

Tartu Ülikool  
Loodus-ja täppisteaduste valdkond  
Matemaatika ja statistika instituut

Silver Rooger

# **Juriidilise isiku maksejõuetuse prognoosimine**

Matemaatilise statistika eriala

Bakalaureusetöö (6 EAP)

Juhendaja Märt Möls

Tartu 2020

# Juriidilise isiku maksejõuetuse prognoosimine

Bakalaureusetöö

Silver Rooger

**Lühikokkuvõte.** Bakalaureusetöös uuritakse Inforegister.ee poolt kogutud andmeid Eesti ettevõtlusmaastikul tegutsevate juriidiliste isikute kohta aastatel 2015-2016. Uuritakse erinevate tunnuste nagu maksuvõlg ja juhatuse liikme taust mõju ettevõtete maksejõuetuks muutumisele. Töös ennustatakse logistilise regressiooni ja otsustuspuude abil firmade maksejõuetuks muutumist ühe aasta jooksul. Erinevate meetodite ennustusvõimet võrreldakse testandmestikku kasutades.

**CERCS teaduseriala:** P160 Statistika, operatsioonianalüüs, programmeerimine, finants- ja kindlustusmatemaatika.

**Märksõnad:** krediidirisk, krediidijuhtimine, regressioonanalüüs

# Predicting insolvency for juridical persons

Bachelor's thesis

Silver Rooger

**Abstract.** The database of Estonian juridical persons collected by Inforegister.ee is analysed in this bachelor's thesis. One of the goals is to create a logistic regression model to predict insolvency of a company within a year. The effectiveness of the model will be determined by comparing its accuracy against a decision tree model.

**CERCS research specialisation:** P160 Statistics, operations research, programming, actuarial mathematics.

**Keywords:** credit risk, credit management, regression analysis.

## SISUKORD

SISSEJUHATUS .....	1
1. KREDIIDIRISKI JA MAKSEJÕUETUSE HINDAMISE PROBLEEM.....	2
1.1 Krediidijuhtimise puudulikkus Eesti ettevõtlusmaastikul.....	2
1.2 Seadusandlusest ja kommunikatsiooni puudulikkusest tingitud risk .....	2
1.3 Levinud krediidiriski hindamismeetodid on liialt ettevõtte ja finantside põhised .....	3
1.4 Võlainfoga seotud riskid ja moonutatus .....	4
1.5 Maksejõuetuse definitsioon käesolevas töös.....	4
2. ANDMESTIKU KIRJELDUS.....	5
2.1 Üldkirjeldus .....	5
2.2 Andmestiku eeltöötlus ja korrastamine.....	6
3. TUNNUSTE ESMAANALÜÜS .....	9
3.1 Registri staatus.....	9
3.2 Õiguslik vorm.....	9
3.3 Ettevõtte vanus .....	10
3.4 Esitamata majandusaasta aruanded.....	11
3.5 Maksuvõlgnevustega seonduv info.....	13
3.6 Makstud maksud.....	17
3.7 Võlgnevused teistele ettevõtetele .....	19
3.8 Ühingu finantsnäitajad .....	20
3.9 Ühinguga seotud isikute roll, maineskoor.....	22
4. MAKSEJÕUETUST PROGNOOSIVA MUDELI LOOMINE .....	25
4.1 Mudeli koostamise põhimõtted .....	25
4.2 Parima mudeli otsimise protseduur .....	25
4.2.1 Akaike informatsiooni kriteerium .....	26
4.2.2 Mcfaddeni determinatsioonikordaja.....	26

4.2.3 Mudeli tundlikkus ja spetsiifilisus .....	26
4.3 Logistiline regressioonimudel .....	28
4.3 Ettevõtluses praktikas kasutusel olevatel „rusikareeglitel“ põhinevad mudelid .....	33
4.4 Otsustuspuu .....	34
4.5 Erinevate maksejõuetust prognoosivate mudelite võrdlus .....	36
KOKKUVÕTE .....	41
KASUTATUD KIRJANDUS.....	42
LISAD .....	44
Lisa 1. Tunnuste <i>Vanus</i> ja <i>Maksejõuetu</i> sagedustabel.....	44
Lisa 2. Tunnuste <i>MV.hetkel2</i> ja <i>Maksejõuetu</i> sagedustabel.....	44
Lisa 3. Tunnuste <i>Maksejõuetu</i> ja <i>MV.6.kuud2</i> sagedustabel ja joonis .....	45
Lisa 4. R-väljatrükk logistilisele regressioonimudelile .....	46
Lisa 5. Otsustuspuu mudeli R-väljatrükk .....	47
Lisa 6. Kasutatud andmestiku näide .....	49
Lisa 7. Kasutatud koodi näide .....	50

## SISSEJUHATUS

Register OÜ hinnangul kannavad halbade krediidiotsuste tõttu Eesti ettevõtted iga aasta umbes 120 miljonit eurot maha. Seejuures kõige suuremad kahjud ei avaldu ettevõtete pankrotistumisel. Eestis on levinud mehhanism kirjutada firma püsivate makseraskuste esinemise korral professionaalse likvideerija kätte, kes läbi juriidiliste skeemide firma koos võlgadega ära kustutab või kaob maapinnalt seniks, kuni võlgnevused aeguvad. Töös uuritava andmebaasi omaniku Register OÜ juhatuse liikme Marie Rosina sõnul on aktiivsemaid firmade likvidaatoreid 700, kellele on kantud praeguseks ligikaudu 10 000 firmat [1].

Seetõttu on firmadel oluline hinnata ettevõtte maksevõimekust ja usaldusväärsust ning kontrollida ka seotud isikute tausta enne tehingu teostamist. Kuid võlausaldajate ja krediidiandjate seas kasutusel olevad riski hindamise meetodid keskenduvad pigem ainult ettevõtte maksuvõlgade kontrollile ja üldlase tausta vaatamisele nagu firma vanus, suurus ning harvemal juhul ka peamised finantsnäitajad.

Antud töö eesmärk on Register OÜ-le kuuluva Inforegister.ee andmebaasi põhjal välja selgitada, millised Eestis juriidilise isiku krediidiriski hindamiseks vaadeldavatest tunnustest on ka tegelikult efektiivsed maksejõuetuse prognoosimisel ning luua statistiline mudel, mida saaks kasutada tehingupartneri riski hindamisel.

Esimeses peatükis tutvustatakse krediidiriski hindamise probleemi ja ettevõtete seas praktikas enamlevinud krediidiriski hindamise meetodeid. Defineeritakse edasises töös kasutatav maksejõuetuse tunnus. Teises peatükis antakse ülevaade andmete eeltöötlustest ja korrastamisest ning kirjeldatakse arvutatud tunnuseid. Kolmandas peatükis viiakse läbi tunnuste esmaanalüüs. Neljandas peatükis luuakse logistiline regressioonmudel ja kontrollitakse mudeli efektiivsust. Seejärel luuakse kõrvale praktikas levinud krediidi juhtimise „rusikareeglitel“ põhinevad mudelid ning otsustuspuu mudel, et leida, milline neist võiks antud andmestiku põhjal töötada kõige paremini.

Töö on vormistatud tekstitöötlusprogrammiga Microsoft Word 2016 ning praktiline osa on teostatud kasutades statistika tarkvara R ja tabelarvutusprogrammi Microsoft Excel 2016.

Töö valmimisele on kaasa aidanud juhendaja Märt Möls, kellele autor soovib tänu avaldada arvukate konsultatsioonide, suunamiste ja paranduste eest, olles kogu töö kirjutamise protsessis kannatlik ja julgustav.

# 1. KREDIIDIRISKI JA MAKSEJÕUETUSE HINDAMISE PROBLEEM

## 1.1 Krediidijuhtimise puudulikkus Eesti ettevõtlusmaastikul

Inforegister.ee veebiportaali omanik on ettevõtte Register OÜ. Koos seotud ettevõtte Kredix OÜ ja sellega seotud teenustega on aastate jooksul uuritud, kuidas erineva suurusega ettevõtted kõikvõimalikes tegevusvaldkondades krediidi andmisega seotud otsuseid teevad. Kui krediidi- ja finantsasutused välja jätta, siis reeglina pole Eesti äriühingutes krediidi juhtimise koha pealt selgeid strateegiaid paika pandud ja pigem tegutsetakse tunnetuslikult. Ettevõtetele tehakse taustakontrolli valikuliselt ja suures osas vaadatakse pigem avalikest registritest kättesaadavat informatsiooni firma vanuse ja maksuvõlgnevuste olemasolu kohta, kui sedagi. Korduvate tehingute puhul piirdatakse taustakontrolliga ainult esimeste müükide korral.

Põhjuseid selle taga on mitmeid. Esiteks, pole ettevõtted piisavalt teadvustanud või ei oma ülevaadet krediidi andmisega kaasnevatest riskidest. Teiseks, tulenevalt eelnevast, ei ole ka analüüsitud oma ärimudelist ja tegutsemisvaldkonnast lähtuvalt võimalike strateegiaid, et kujundada endale sobiv. Näiteks puudub tihtipeale kompetents või arusaam, milline taustakontrollist saadav info peegeldab firma maksevõimekust, maandades kreditori riski ja milline mitte. Praktika on kujunenud pigem oma kogemuste pealt või on lihtsalt kopeeritud tulemuslikkust hindamata kellegi teise lähenemist. Kolmandaks, puuduvad vajalikud ressursid kas inimese näol, kes vastutaks ja/või rahaliste ressursside näol, kuna tehinguid toimub liiga palju ja liiga tihti, et piisava kiirusega analüüsida riski tehingu tegemisel. Teatavasti tausta kontrollimisel teatud liiki andmete, nagu ettevõtte finantside kohta pärimine maksab.

## 1.2 Seadusandlusest ja kommunikatsiooni puudulikkusest tingitud risk

Eestis vastutab juriidilise isiku tegevuse eest juhatus. Kui ettevõttel tekib maksejõuetus, siis on selle juhil mugavam anda ettevõtte juhtimine pahatahtliku likvidaatori või tankisti kätte, et vältida pankroti väljakuulutamist. Nimelt, ainult kohtu poolt välja kuulutatud pankroti või selle menetluse lõpetamise raugemise tõttu, saab karistada tahtliku või raske hooletuse tõttu maksejõuetuse põhjustamise eest ja teha seda rahalise karistuse või kuni kolme aastase vangistusega [2]. Selle asemel, et riskida pankrotimenetluse tulemusena tekkida võivate süüdistustega, on kasulikum menetlust vältida.

Kui eesmärk on pahatahtlikult maksejõuetust põhjustada, võlgadest või lihtsalt isiklikust vastutusest pääseda, siis esimene samm on anda ettevõtte juhtimine enda käest ära. Seejärel asutakse venitamismängu juurde. Võlaõigusseaduse järgi aegub nõue lähtuvalt selle liigist teatud arvu aastate möödumisel aegumistähtjast. Hakatakse andma võlausaldajale katteta lubadusi või

lihtsalt ignoreerima ja näitama ettevõtte lootusetut varalist seisut, et nõudest loobutaks ilma menetluseta või see aeguks iseeneslikult. Lisaks, jäetakse esitamata majandusaastaruanded. Kui ettevõttel on esitamata kahe aasta ulatuses majandusaastaruanded, esitab registripidaja kustutamishoiatuse ja kui võlausaldajatelt nõudeid ei laeku, siis kustutakse ettevõtte registrist ([3], §60). Ettevõtte kustutamisel kaob tema õigusvõime, ehk kanda õigusi ja kohustusi.

Teine strateegia on asuda likvideerimise, ehk ühingu lõpetamise juurde. Ühingu likvideerimise asudes tuleb teavitada teadaolevaid võlausaldajaid ja lisaks tuleb ametlikesse teadaannetesse sellesisuline teavitus. Võlausaldajal on kohustus olla ametlike teadaannetes toimuvaga kursis ja esitada nõue tähtajaks, et osaleda varade jaotamises. Likvideerija saab alati väita, et ta ei olnud võlausaldaja nõudest teadlik ning kui nõudeid ei laeku, siis läheb ettevõtte kustutamisele ([3], §205-§220). Kustutamiskannet on võimalik ennistada, kuid see võtab omakorda aega ja vajab võlausaldaja poolt lisaressurssi aja ja raha näol.

Kui võlausaldaja aga esitab oma nõude ja sellega kaasnevalt registrile sundlõpetamise või pankroti avalduse, siis selleks, et pankrotimenetlus saaks lõpuni jõuda, on vaja tasuda kohtule deposiit ja menetlusega kaasnevad kulud [4]. Võlgnik eelnimetatud eesmärgi korral seda teha ei kavatse ja loodetakse sellele, et võlausaldaja seda ise kinni maksta ei raatsi. Võlausaldajale tekib nõude tagasi saamisega niipalju lisakulusid (advokaadi kulud, menetluskulud, deposiit) ja kui summa pole piisavalt suur või tankisti olemasolu korral ei nähta tagasisaadavat tulu, siis loobutakse juba ette ära. Kuid nii kaob ka vastutusele võtmise võimalus.

Tänu pankrotimenetlusega kaasnevatele kuludele, esitavad võlausaldajad liiga vähe pankrotiavaldusi. Riigi poolt tellitud maksejõuetuse revisjoni koondraport toob välja oma uuringus, et aastal 2015 kuulutati välja ainult 102 pankrotti ja avaldusi esitati 506 ([5], lk 11-15). Töös kasutatud Inforegistri andmebaasile tuginedes oli perioodil 01.06.2015-30.04.2016 ettevõtete kustutamisi registrist 15 819 ning 30.04.2016 seisuga oli likvideerimisel olevaid ettevõtteid 6 548. Kuna pankrotiavaldusi on vähe ja võlausaldajad loobuvad juba ennem nõudest, siis ei jõua ka avalikkuseni sellised probleemid piisavalt tihti ning seetõttu ka ei tunnetata probleemi ülejäänud ettevõtted, kes ise sarnase olukorraga kokku puutunud pole.

### 1.3 Levinud krediidiriski hindamismeetodid on liialt ettevõtte ja finantside põhised

Töö hilisemas osas tuuakse kaks enamlevinud otsustusprotsessi krediidi riski hindamisel. Turul on levinud praktika toetutada pigem ettevõtte näitajatele, kui sellega seotud juhtide praeguste ja varasemate äride maksekäitumisele ning ajaloole. Vaadatakse maksuvõla olemasolu ja suuremate tehingute puhul piilutakse põgusalt kliendi majandusaasta aruannet.

Ettevõtte finantsandmete analüüsile toetudes on ka alati risk aegunud info osas. Näitena võib tuua, et töö kirjutamist alustades 2016 kevadel pidi selleks ajaks olema esitatud firmadel 2014 aasta aruanne. 2015 aasta aruande esitamise kuupäev oli enamikel ettevõtetel alles 30.06.2016. See tähendab, et kuni antud kuupäevani hindame me firma maksevõimelisust ligikaudu 1,5 aastat vana infoga.

#### 1.4 Võlainfoga seotud riskid ja moonutatus

Maksuvõla info ilmub tsentraalselt ja selle tekkimise hetkest minimaalse viivitusega. Seda saab igaüks kontrollida ja ilma kuludeta. Võlausaldajate nõuete puhul on aga registreid ja portaale erinevaid, mis omavahel infot ei vaheta. Ühes keskkonnas võib nõue olla üleval ja ettevõtte reiting madal ning teises vastupidi. Lisaks, on probleem selles, et kõik võlausaldajad infot ei avaldagi või tehakse seda liiga hilja. See on ka üks põhjus, miks ettevõtted pigem maksavad riigile võlad ära ja jätavad selle tegemata viimases hädas, et hoida seal ennast nõ puhtana. Seetõttu jõuab info ettevõtte makseraskustest meieni alles tunduvalt hiljem.

#### 1.5 Maksejõuetuse definitsioon käesolevas töös

Pankrotiseadus paragrahv 1 ütleb, et juriidilisest isikust võlgnik on maksejõuetu siis, kui ta ei suuda rahuldada võlausaldajate nõudeid, võlgniku vara ei kata tema kohustusi ja selline seisund ei ole võlgniku majanduslikust olukorrast tulenevalt ajutine. Kui registripidajale on esitatud tõeseid andmeid, et juriidilisel isikul ei ole vara või nimetatud ühing ei ole registripidajale kahe järjestikuse aasta jooksul esitanud nõutavat majandusaasta aruannet, teeb registripidaja juriidilisele isikule registrist kustutamise hoiatuse ([3], §60). Sellele järgneb ettevõtte lõpetamine likvideerimise või pankrotimenetluse kaudu, mille tulemusena ettevõtte kustutakse registrist.

Maksejõuetuse hindamisel on töö autorile teada ettevõtete registri staatus teatud perioodi pärast tulevikus, kuid kahjuks pole saadaval andmeid ettevõtte võlgnevuste või finantsandmete kohta. Muidu saaks maksejõuetuse defineerimisel võtta arvesse näiteks negatiivset netovara või rohkem kui 90 päeva üleval olevaid võlgnevusi, mis annavad küllaltki tugeva signaali järeldamaks, et ettevõttel on tõsised makseraskused, kuigi sundlõpetamisele pole veel olukord jõudnud.

Lähtudes eelnevatest kitsendustest ja meile kättesaadavatest andmetest, defineerime maksejõuetuse järgnevalt. Juriidiline isik on maksejõuetu siis, kui tema staatus ühe aasta pärast on likvideerimisel, kustutatud või pankrotis. Töös kasutusel antud tunnus on binaarne, omades väärtust 1, kui ettevõtte on maksejõuetu ja 0, kui mitte.



## 2. ANDMESTIKU KIRJELDUS

### 2.1 Üldkirjeldus

Antud bakalaureusetöös kasutatud andmed on võetud Inforegistri andmebaasist. Inforegister on veebikeskkond, mis pakub erinevaid teenuseid juriidilise isiku ja selle juhatuse liikme tausta kontrollimiseks. Teenuste osutamiseks kogutakse valitud infot regulaarselt erinevatest registritest:

- Juriidiliste isikutega seonduvad kanded ning ajalugu Äriregistrist,
- firmade maksuvõlad ja tasutud maksud Eesti Maksu-ja Tolliametist,
- ametlikud teadaanded,
- võlgnevused teistele ettevõtetele Inforegistri enda peetavast registrist.

Andmestiku kokkupanemisel tuli arvestada mitme piirava asjaoluga. Esiteks, on meil mudeli loomiseks vaja ühte andmestikku minevikust, mis näitab juriidiliste isikute kohta tol hetkel saadaolevat infot ja teiseks, on meil vaja teatud perioodi pärast tulevikus näha, kas juriidiline isik on maksejõuetu või mitte. Töö kirjutamise hetkel olid kättesaadavad ainult kaks sobiva ajahetke ja hulga kannetega andmestikku. Esimene neist 30.04.2016 seisuga juriidiliste isikute registri staatus, hindamaks nende maksejõuetust. Teise valimisel lähtusime põhimõttest leida ühe aasta tagusele ajale kõige lähema seisuga andmestik, mis sisaldaks autori arvates olulisi tunnuseid maksejõuetuse hindamiseks.

Valituks osutus andmestik, kus enamik kannetest on 01.06.2015 seisuga, välja arvatud järgnev tunnuste rühm, mis kirjeldas võlgnevusi võlausaldajatele erasektorist. Antud tunnused on 15.04.2015 seisuga:

- Muudele võlausaldajatele tasumisele kuuluv summa
- Muude võlausaldajate arv

Autor pidas mõistlikuks antud info siiski töösse lisada järgnevatel põhjustel:

- Register OÜ sõnul on tavapärane jääda pigem võlausaldajatele võlgu kui riigile, mistõttu käesolev info, küll väikese nihkega, võib aidata mudeli täpsusele kaasa.
- Konsulteerides Register OÜ juhatusega, kinnitati, et lõviosa antud infost on vanemad võlad või lootusetuks kujunenud nõuded, mis võivad anda selgema signaali firma maksejõuetusest.
- Keskmiselt 45 päeva jooksul lisanduvate uute võlanõuete hulk moodustab olemasolevast baasist väga väikese hulga, et ei tohiks mõjuda negatiivselt lõpptulemusele.

Lisasime 01.06.2015 andmestikule juurde juriidiliste isikute staatused 30.04.2016 seisuga. Kokku on saadud andmestikus 335 026 juriidilist isikut koos 30 tunnusega.

## 2.2 Andmestiku eeltöötlus ja korrastamine

Kasutatav andmestik ei olnud täielik, sisaldades suurel hulgal puuduvaid väärtusi. Käsitletavad objektid sisaldasid nii avalik-õiguslikke kui eraõiguslikke juriidilisi isikuid ja lisaks Eestis registreeritutele ka välismaa ettevõtteid. Valimi moodustamisel on teostatud mitmeid kitsendusi ning eemaldamisi ja järgnevalt toome need eraldi ära. Esimese sammuna eemaldati kõik juriidilised isikud, kes on kustutatud staatuses seisuga 01.06.2015. Nende tegevus on juba lõpetatud ja neil puudub õigusvõime, ehk kanda õigusi ja kohustusi. Kokku eemaldati nimetatud põhjusel andmebaasist 93 986 juriidilist isikut.

Teise sammuna eemaldati andmebaasist kõik juriidilised isikud, kelle registrikood ei ole vahemikus 10000000-19999999 ja 80000000-99999999, ehk siis 2 678 avalik-õiguslikku juriidilist isikut (riigi- ja kohaliku omavalitsusasutused) ning 10 001 välismaa ettevõtet. Neist esimese puhul võime öelda, et riigi-ja omavalitsusasutuse risk jääda maksejõuetuks on praktiliselt olematu ning teise puhul puuduvad sisuliselt täies ulatuses andmed mingigi hinnangu andmiseks. Pärast kitsendusi jäi vaatlusesse 228 361 eraõiguslikku juriidilist isikut, nende seas: äriühingud (täisühingud, usaldusühingud, osaühingud, aktsiaseltsid, tulundusühingud, füüsilisest isikust ettevõtjad) ja mittetulundusühendused (sihtasutused ja mittetulundusühingud nagu erinevad korteri ja aiandusühingud, seltsid jne). Edaspidi kasutame töös antud juriidiliste isikute nimetamiseks ka termineid *ühing*; *ettevõtte* või *firma*.

Bakalaueruse töö analüüsi eesmärgist lähtuvalt on moodustatud uus uuritav nimitunnus *Maksejõuetu*, mis tähistab uuritava maksejõuetuks muutumist väärtusega 1 ning vastasel juhul 0, kui ei muutunud. Väärtus 1 omistati kõigile ühingutele, mille staatus 30.04.2016 oli kas kustutatud, likvideerimisel või pankrotis. Maksejõuetuks muutus valimis nimetatud perioodi vältel 10.3%, ehk 23 403 ettevõtet.

Järgnevalt toome ära kõik korrastamised ja teisendamised. Tunnused, mis sisaldasid suurel hulgal puuduvaid väärtusi, teisendasime faktortunnuseks, kus puuduvat väärtust käsitleti eraldi klassina. Klassidesse jaotamist kasutati ka tunnuste puhul, kus esinesid raskete sabadega jaotused ja pideva tunnuse kasutamine mudelite loomisel ei andnud seetõttu nii head tulemust.

Ühingu Äriregistrisse registreerimiskuupäeva alusel arvutasime tunnuse *Vanus*, mis annab firma vanuse aastates 01.06.2015 seisuga. Tunnuse *aruanded*, mis andis ülevaate kõikidest aastatest, mil

majandusaastaaruanne esitatud, teisendasime ümber selliselt, et ta näitaks, mitu aastat on aruanded esitamata. Antud ajahetkel pidid aruanded kohustuslikult olema esitatud vähemalt 2014. aastani.

Algandmestikust saadaolevatest andmetest teisendasime ümber või arvutasime uued tunnused:

- Lõime tunnuse *MV vanus*, mis arvutab maksuvõla lisamise kuupäeva alusel tema vanuse päevades 01.06.15 seisuga.
- Lõime tunnuse *MV 6 kuud*, mis näitab, mitmes kuus maksuvõlgnevus esines.
- Lõime tunnuse *Puhaskäibekapital*, mis on saadud lahutades tunnusest *Käibevara* tunnuse *Lühiajalised kohustused*. Puuduvate väärtuste korral väljastab ka antud tunnus puuduva väärtuse.

Makstud maksude puhul vahemikes august-detsember 2014 ja jaanuar-märts 2015 asendasime puuduvad väärtused 0-ga, kuna need ettevõtted sellel hetkel makse ei tasunud. 2015 neljanda kvartali makstud maksude andmeid eraldi saadaval ei olnud ja need tuli arvutada. Riik alustas makstud maksude avalikustamist, avaldades kõigepealt perioodi august-september maksed ja seejärel august-detsember maksed. Lõime tunnused *RM IV kv* riiklike tasutud maksude ja *TJM IV kv* tasutud tööjõumaksude kohta, lahutades august-detsember perioodist august-september vastavad tasutud maksud.

Tunnuse *Vorm2* väärtused nimetasime ümber lühenditeks, et hilisemas töös oleks lihtsam antud tunnust iseloomustada ja mudelites kasutada:

- Väärtused „Füüsilisest isikust ettevõtja“, „Korteriühistu“, „Muu MTÜ“, „Tulundusühistu“, „Osaühing“, „Sihtasutus“, „Täisühing“, „Usaldusühing“ asendasime vastavate kasutusel olevate teada tuntud lühenditega: „FIE“, „KÜ“, „MTÜ“, „Tüh“, „OÜ“, „SA“, „TÜ“, „ÜÜ“
- „Euroopa majandusühing“ asendasime väärtusega „EMÜ“ ja Välismaa äriühingu Eesti filiaal“ asendasime väärtusega „Fil“

Andmestiku üks tunnuste komplekte näitab ära ettevõttega seotud isikute infot nagu roll antud ühingu ja maineskoor. Siin oli vaja leida lahendus, millist juhatuse liiget valida, kui neid oli rohkem kui üks. Lähtuti põhimõttest lisada valimisse kõige madalama maineskooriga juhatuse liige, et aidata ära tuvastada, kui firma tegevusse on sekkunud pankrotihaldur, likvideeriija või lihtsalt kehva reputatsiooniga ja võlgades ettevõtete juht. Ühel juhatuse liikmel võib olla erinevates ettevõtetes erinev roll, seega pärast kõige madalama maineskooriga juhatuse liikme sidumist ettevõttega lisasime tema külge ka antud ettevõttes oleva rolli.

Kuna seotud isiku roll sisaldas palju erinevaid väärtusi, millest osade puhul oli vaatlusi liiga vähe ja teised tundusid ühtivat mõne teise rolliga, siis koondasime, muutsime või asendasime allolevad võimalikud väärtused järgneva loogika alusel:

- Väärtuse „Ettevõtja“ muutsime väärtuseks „Füüsilisest isikust ettevõtja“ ja seejärel nimetasime kõik eelnimetatud väärtused ümber väärtuseks „FIE“. Enamikel antud väärtusega rollide puhul oli seotud ettevõtte õiguslik vorm füüsiliselt isikust ettevõtja.
- Väärtused „Juhatuse esimees“, „Juhatuse liige(juhataja)“ koondasime väärtuse „Juhatuse liige“ alla
- Väärtused „Juhatuse liikmest likvideerija“, „Likvideerija“, „Dokumentide hoidja“ , „Ajutine pankrotihaldur likvideerija ülesannetes“, „Järelevalve õiguslik pankrotihaldur“ ja „Pankrotitoimkonna liige“ asendasime uue ühise väärtusega „Likvideerija“
- „Täisosanik“, „Usaldusosanik“, „Esindama volitatud usaldusosanik“ asendasime väärtusega „Osanik“
- „ÄÜ seadusjärgne esindaja“, „Esindama volitatud isik“, „Filiaali juhataja“, „Haldusnõukogu liige“, „Lisavastutusega ühistu liige“, „Prokurist“ asendasime väärtusega „Muu isik“

### 3. TUNNUSTE ESMAANALÜÜS

#### 3.1 Registri staatus

Juriidilise isiku registri staatus näitab kolme võimalikku väärtust: registrisse kantud, likvideerimisel, pankrotis. Kui juriidiline isik on likvideerimisel või pankrotis, siis tegemist on tegevuse lõpetamisega ja meie eelnevalt püstitatud definitsiooni järgi on need isikud maksejõuetud. Kuid siiski esineb üksikuid juhte nagu allolevas tabelis 1 näha, kus juriidiline isik tuleb raskest seisust välja või tema tegevus ennistatakse. Seetõttu kaasame ka pankrotis ja likvideerimisel ettevõtteid valimisse, mis võimaldab hinnata tõenäosust, et ühing 11 kuu jooksul raskustest üle saab.

Registri staatus/ Maksejõuetu	0-maksejõuline	1-maksejõuetu	Kokku ühinguid	Maksejõuetute osakaal
Likvideerimisel	30	7 256	7 286	99.6%
Pankrotis	2	715	717	99.7%
Registrisse kantud	204 926	15 432	220 358	7.0%

*Tabel 1. Tunnuste Reg.Staatus ja Maksejõuetu sagedustabel*

#### 3.2 Õiguslik vorm

Juriidilise isiku õiguslik vorm näitab ära, millise ühinguga on tegemist ning millist õigust ja seadusandlust tema suhtes rakendatakse. Erinevatel õiguslikel vormidel nagu osaühing, aktsiaselts, mittetulundusühing või sihtasutus on erinev tegutsemise eesmärk ning õigused, kohustused. Valimis uuritav tunnus *Vorm* näitab, kas tegemist on äriühingu, mittetulundusühingu või sihtasutusega. Tabelis 2 on näha maksejõuetute äriühingute, mittetulundusühingute ja sihtasutuste osakaale. Tunnuse *Vorm* ja tunnuse *Staatus* sõltuvust testiti hii-ruut testiga ning tulemuseks saadi, et sõltuvus on olemas, p-väärtus alla  $2 \cdot 10^{-16}$ .

Vorm/Maksejõuetu	0-maksejõuline	1-maksejõuetu	Kokku jur. isikuid	Maksejõuetute osakaal %
Äriühing	174 403	20 903	195 306	10.7%
Mittetulundusühing	29 859	2 381	32 240	7.4%
Sihtasutus	696	119	815	14.6%

*Tabel 2. Äriühingu, mittetulundusühenduste ja maksejõuetute sagedustabel*

Tunnus *Vorm2* täpsustab äriühingute ja mittetulundusühenduste alamvorme. Tabelis 3 näeme maksejõuetuks muutuvate ettevõtete osakaale erinevate alamvormide korral. Ka siin testiti

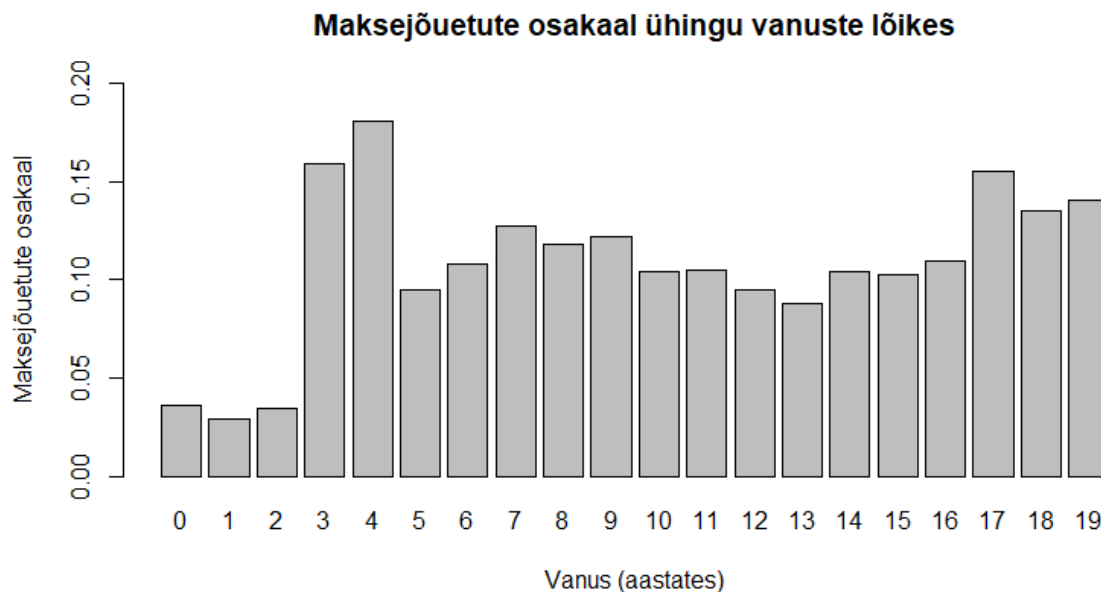
sõltuvust hii-ruut testiga ja seos on olemas, p-väärtus alla  $2 \cdot 10^{-16}$ . Võime öelda, et aktsiaseltsil, sihtasutusel, tulundusühistul ja välismaa äriühingu Eesti filiaalil on tunduval kõrgem risk osutada maksejõuetuks. Korterühistutel seevastu väga madal risk, mis on ka nende eesmärgist ja osanike huvidest lähtuvalt mõistetav.

Vorm2/Maksejõuetu	0-maksejõuline	1-maksejõuetu	Kokku jur. isikuid	Maksejõuetute osakaal %
AS	2 906	767	3 673	20.9%
EMÜ	7	0	7	0.0%
FIE	30 189	2 308	32 497	7.1%
KÜ	10 315	37	10 352	0.4%
MTÜ	19 544	2 344	21 888	10.7%
OÜ	135 810	17 242	153 052	11.3%
SA	696	119	815	14.6%
TÜ	2 471	173	2 644	6.5%
TüH	427	181	608	29.8%
ÜÜ	2 148	146	2 294	6.4%
Fil	444	86	530	16.2%

*Tabel 3. Äriühingu ja mittetulundusühenduste alamvormide ning maksejõuetute sagedustabel*

### 3.3 Ettevõtte vanus

Joonisel 1 on näidatud maksejõuetuse osakaalu juridiliste isikute vanuste lõikes. Jooniselt on välja jäetud ettevõtete vanused 21 ja 45 aastat, kuna mõlema vanusele vastas vaid üks vaatlus. Nimetatud ühingud olid aasta pärast maksejõulised. Ülejäänud ühingute vanused jäid kõik vahemikku 0-19 aastat ja kõige vähem oli vaatlusi 19 aastat vanade ettevõtete korral (1 773 ühingat). Joonis 1 alusandmed on sagedustabelina toodud välja lisas 1. Näeme, et esimesel kahel aastal on maksejõuetuks muutunud ühingute osakaal vaid 3-4% vahel. Kui firma vanus on 3-4 aastat, siis keskmiselt iga kuues (17%) ettevõtte muutus maksejõuetuks ja 5ndast eluaastast alates taandub maksejõuetuste osakaal 10-15% peale.



*Joonis 1. Maksejõuetute osakaal vanuste lõikes*

Nii suur osakaalude erinevus võib tuleneda järgnevast. Esiteks, Eestis on võimalik võrreldes muu maailmaga luua ettevõtet väga odavalt ja kiiresti, seetõttu autori hinnangul tehakse teinekord ka nii-öelda muuseas firmasid, kas siis inspiratsioonist, tekkinud ideest innustatuna või lihtsalt igaks juhuks tuleviku tarbeks ja potentsiaalse nime kui kaubamärgi hõivamiseks. Valimisse jäetud 228 361 ühingu tähendab, et keskmiselt iga neljas eestlane omab ettevõtet, samas kui vaadata, kui palju neist maksavad makse või kellel esitatud majandusaastaruande järgi on olemas müügitulu, on suurusjärgus 30 000 - 40 000.

Teiseks, Äriregistril on lähtuvalt seadusandlusest ülesanne kustutada registrist ettevõtted, kes ei ole esitanud kahel järjestikusel aastal nõutavat aruannet. Kui ettevõtte loodi ja seejärel unustati või jäeti riulisse, siis ühingu kolmandal aastal kui aruandeid pole esitatud, on registripidajal õigus kustutamishoiatus saata ja sellele mittereageerimisel ühing kustutada.

Tunnuse *Vanus* ja tunnuse *Maksejõuetus* sõltuvust testiti hii-ruut testiga ( $p$ -väärtus  $< 2 \cdot 10^{-16}$ ). Seega sõltuvus on olemas ja võime öelda, et ühingu vanus on oluline firma maksejõuekuse prognoosimisel.

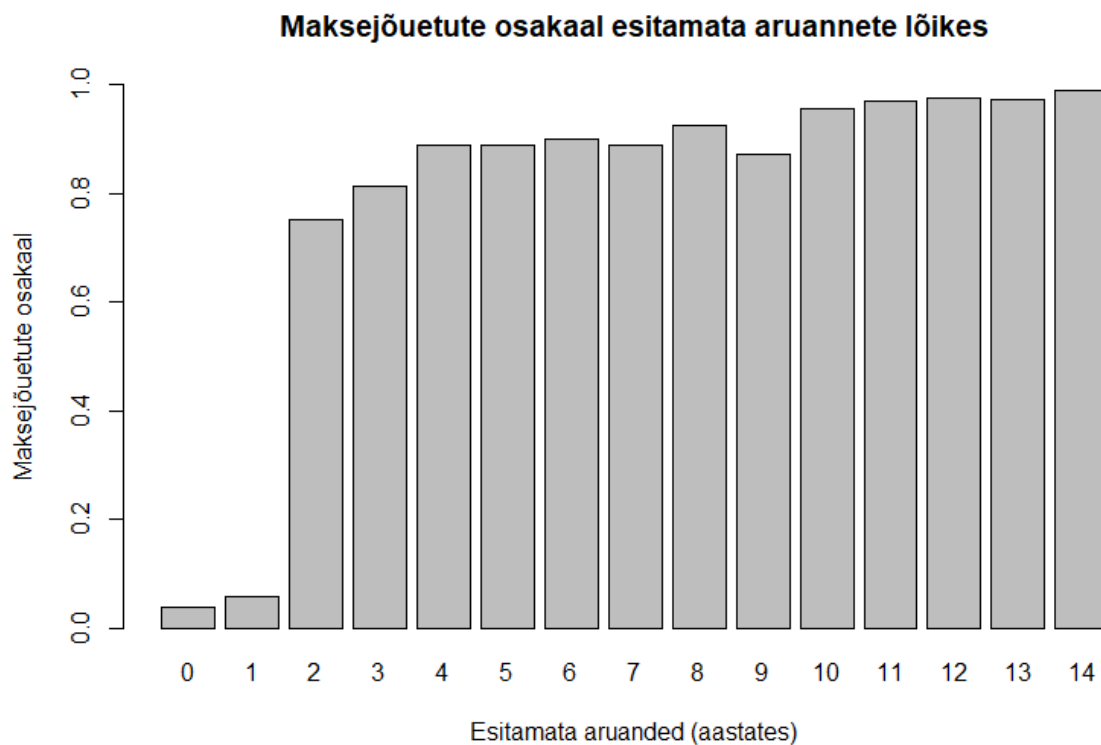
### 3.4 Esitamata majandusaasta aruanded

Esitamata majandusaasta aruanne on risk, millega tuleb arvestada ettevõtte maksejõulisuse hindamisel. Esiteks, juba varasemates peatükkides mainitud kustutamisoht, mis kaasneb kui aruanded on esitamata. Teiseks, majandusaasta aruannete puudumine tähendab, et ettevõtte

maksejõulisust on vaja hinnata peamiselt tasutud maksude ning võlgade olemasolu põhjal. Kui kaasata varasemate aruannete majandus- ja finantsalast informatsiooni, siis tuleb arvestada riskiga, et need andmed ei ole usaldusväärsed ja võivad vahepealse ajaga olla radikaalselt muutunud. See on ka põhjus, miks aruande esitamata jätmine välistab krediidi saamise finantsasutustelt ja annab negatiivse reitingu krediidi hinnangu portaalidelt [6].

Töö autorina kohtusin Inforegistris töötades rohkem kui paarisaja ettevõttega, kes teevad krediitmüüki. Suurem osa nendest ettevõtetest majandusaasta aruande puudumist ohumärgina ei käsitlenud. Põhjuseid selle taga oli erinevaid. Osa ettevõtetest olid seisukohal, et kui nad nagunii aruannet süvitsi vaatama ei hakka, siis milleks seda kontrollida. Teised, valdavas osas keskmised ja väiksemad ettevõtted pidasid inimlikuks, et aruannete esitamisega jäädakse ikka hiljaks ja küll tegeletakse kui aega on. Kolmandal juhul nähti selle taga soovi kaitsta oma firma siseinfot konkurentide eest.

Tunnus *aruanded* näitab, mitu aastat on ühingul esitamata majandusaasta aruandeid. 01.06.15 seisuga pidi olema ettevõttel kohustuslikult esitatud kõik majandusaasta aruanded kuni aastani 2013. Seega väärtus 1 tähendab, et esitamata on 2013 aasta aruanne, väärtus 2 tähendab, et 2013 ja 2012 aruanne esitamata jne. Alloleval joonisel 2 on ära näidatud maksejõuetute klientide osakaal iga esitamata majandusaastaruannete arvu kohta.



*Joonis 2. Maksejõuetute ühingute osakaal esitamata aruannete lõikes*



Kui ettevõttel on 2 või rohkem aruannet esitamata, siis on maksejõuetuse osakaal ühtlaselt kõrge. Lõime uue tunnuse *Aruanded2*, kus võimalikud väärtused on 0, 1 ja 2+ aruannet esitamata. Hii-ruut test näitab sõltuvust ( $p\text{-väärtus} < 2 \cdot 10^{-16}$ ).

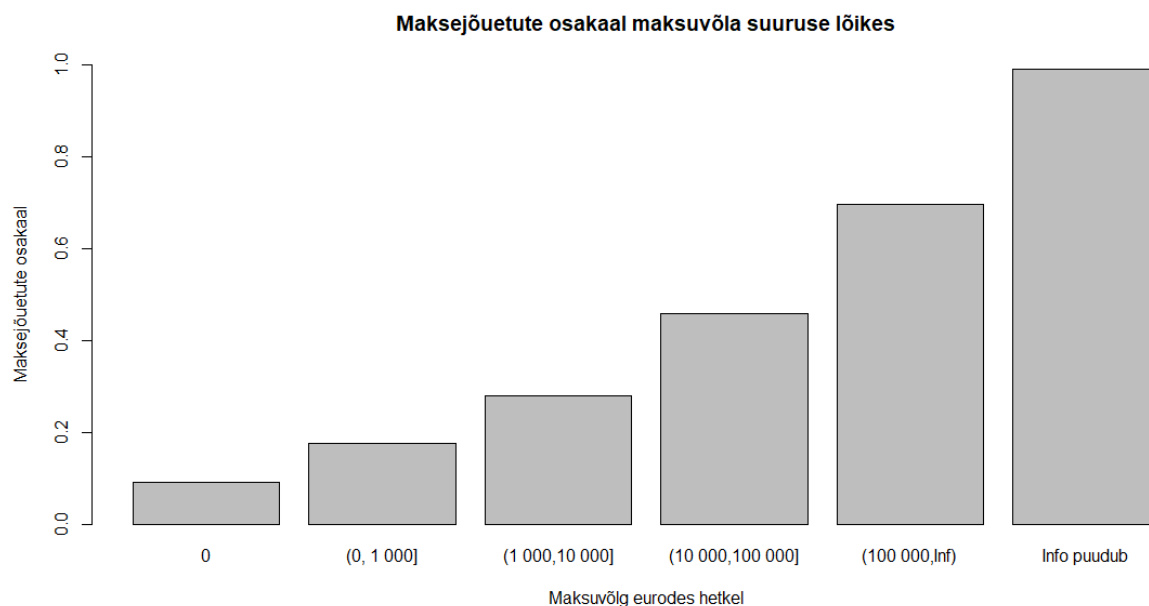
### 3.5 Maksuvõlgnevustega seonduv info

Maksuvõlad on üks enimkasutatavaid kontrollimeetodeid firmade hindamisel. Seda peetakse ettevõtjate seas ka kõige olulisemaks. Maksuvõlad kajastavad võlgnevusi riigile ning tähendab kohustusi, millega firma pole õigeaegselt toime suutnud tulla. Riik seisab ka ise hoolsalt selle eest, et laekumised toimuksid õigeaegselt. Näiteks, kui ettevõtte tahab osaleda riigihangetel, siis Riigihangete seadus paragrahv 38, lõige 1 sätestab maksuvõla kohustusliku kontrolli ja selle puudumise eelduseks hankel osalemiseks [7].

Maksuvõlgadega seonduvalt on meil valimis 3 tunnust:

- *MV hetkel*- näitab ära eurodes, kui suur on firma maksuvõlg riigile 01.06.2015 seisuga
- *MV vanus*- hetkel maksmata oleva maksuvõla vanus päevades. Annab ülevaate kui tegemist on juba pikalt püsivalt üleval oleva maksuvõlgnevusega.
- *MV 6 kuud*- siin on kokku loendatud mitmel korral oli maksuvõlga järgnevatest kontrollitud kuupäevadest: 01.06.2015, 01.05.2015, 01.04.2015, 01.03.2015, 01.02.2015, 01.01.2015. Väärtus 0 tähendab, et mitte ühelgi antud kuupäevadest esines võlgnevusi ja väärtus 6 tähendab, et kõikidel antud kuupäevadel oli maksuvõlg üleval. Annab ülevaate potentsiaalsetest makseraskustest isegi kui maksuvõla vanus on väike.

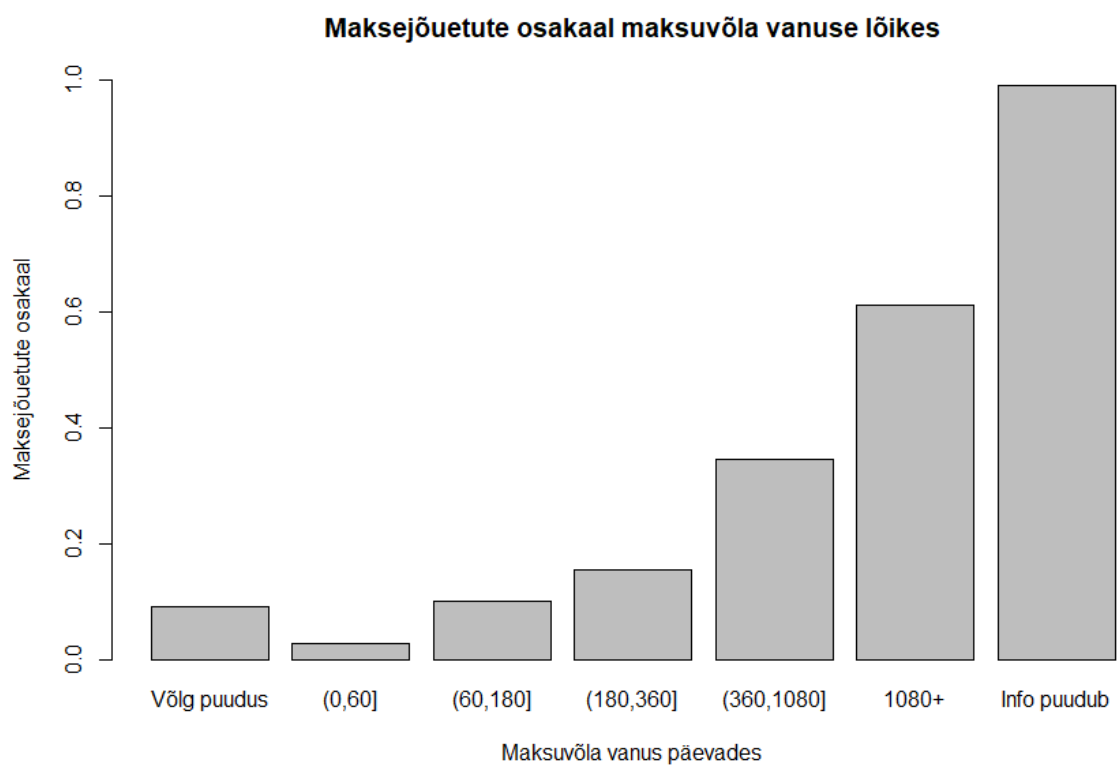
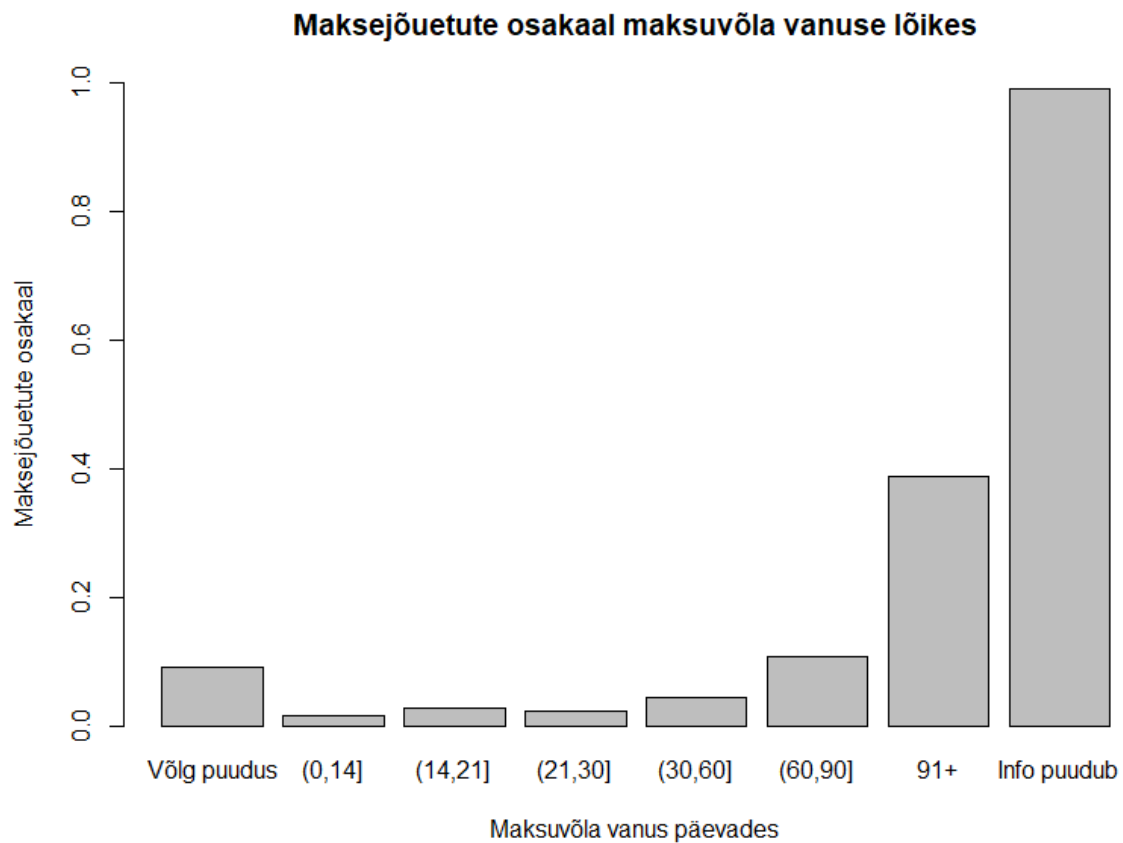
Vaatleme esmalt tunnust *MV hetkel*. Tegemist on pideva tunnusega ja suure valimimahu tõttu jagasime ta klassidesse, luues selleks uue tunnuse *MV hetkel2*. Klassipiire proovisime valida nii, et igasse rühma satuks võrreldav arv ühinguid. Jooniselt 3 on näha maksejõuetuks muutuvate ettevõtete osakaalud erinevate maksuvõla suuruste korral. Suurus 0 tähendab, et maksuvõlg puudus. Kui parajasti üleval olev maksuvõlg on vahemikus 1 001-10 000 eurot, siis on maksejõuetute ettevõtete osakaal tulevikus 27.9 % ja sealt edasi järgmistes rühmades veelgi kõrgem. Sagedustabel antud joonisel olevate klasside suuruste ja tõenäosuste kohta on lisas 2.



*Joonis 3. Maksejõuetute osakaal maksuvõla suuruse lõikes*

Kontrollisime maksejõuetuse ja maksuvõla suuruse omavahelist sõltuvust hii-ruut testiga ja taaskord seos on olemas,  $p$ -väärtus  $2 \cdot 10^{-16}$ . Saame öelda, et mida suurem on parajasti hetkel üleval olev maksuvõlg, seda suurem on tõenäosus, et ettevõtte muutub maksejõuetuks.

Maksuvõla vanuse puhul on tegemist päevade arvuga, mis on läinud üle maksetähtaja. Joonisel 4 toodi välja kaks võimalikku vanuserühmade valikut. Esimene tugines turul levinud arusaamale, et kui klient jätab arve tasumata, siis esimesed 90 päeva on kõige kriitilisemad ja iga venitatud nädal ning kuu suurendab riski jääda välja antud krediidist ilma. Võlamenetlusega tegeleva Kredix OÜ (Inforegistri emettevõtte) hinnangul on võlad, mis juba vanemad kui 90-180 päeva, väga vähetõenäolised. Joonise 4 esimest graafikut vaadates oli autori esmaseks üllatuseks tendents, et vanuserühmadel, kellel maksuvõlg ülal ja vanuseks 1-60 päeva, oli maksejõuetuks muutuvate ettevõtete osakaal väiksem kui ühingutel, kellel maksuvõlga üleval polnud.



*Joonis 4. Maksejõuetute ühingute osakaalud erinevate maksuvõla vanuserühmade puhul*

Seetõttu jaotasime klassid suurema perioodi peale, et näha, kas teatud aja möödudes toimub ühtlane maksejõuetute ühingute osakaalu kasv. Selleks löime tunnuse *MV.vanus5*, mille võimalikud väärtused on joonise 4 alumisel graafikul ära toodud. Sealt on näha, et kui maksuvõla vanus on kuni 1 aasta, siis ei ole maksejõuetute ühingute osakaalu kasv märkimisväärselt kasvanud. Suuremad kasvud teeb ta alles, kui vanuseks 1-3 aastat ja rohkem. Kontrollisime hii-ruut testiga joonise 4 alumise graafiku alusel klassidesse jaotatud maksuvõla vanuse sõltuvust maksejõuetusega ja saime, et seos on olemas ( $p$  väärtus alla  $2 \cdot 10^{-16}$ ). Saame öelda, et maksuvõla vanuse kasvades suureneb ka tõenäosus firmal muutuda maksejõuetuks. Suurim maksejõuetuks muutunud ühingute osakaal on väiksel hulgal ettevõtetel, kelle kohta maksuvõlgnevuste info puudub.

*MV 6 kuud* tunnus on kasulik info, mida võimalusel ettevõtte kohta uurida, kuna ta aitab vaadelda ka neid kliente, kellel hetkel maksuvõlga üleval pole, kuid kes on varasematel kuudel kas korra või rohkem võla õigeaegse tasumisega hädas olnud. Sarnaselt maksuvõla vanusele, on sagedustabelit ja esmast joonist (lisa 3) vaadates näha, et kui kliendil on maksuvõlga esinenud ühel kuni viiel korral 6-st, siis antud rühmade maksejõuetute osakaal on huvitaval kombel väiksem kui ühingutel, kellel võlga üldse ei esinenud. Hii-ruut testi alusel on seos olemas ( $p$  väärtus alla  $2 \cdot 10^{-16}$ ). Siin võib olla põhjus asjaolus, et suurel osal meie definitsiooni järgi maksejõuetuks muutunud ettevõtetest on esitamata majandusaastaruanded, nad ei maksa makstud makse ja neil pole võlga, ehk tegelikult võib öelda, et nende tegevus on juba lõppenud varem või seda pole kunagi alustatudki. Allolev tabel 4 annab ülevaate maksejõuetuks muutunud klientide iseloomu kohta.

Aruanded/ Maksejõuetu	Kõik maksejõuetud (edaspidi MJ)	MJ, kes makse pole maksnud	MJ, kellel MV pole esinenud	MJ, kellel MV pole esinenud ja makse pole maksnud
2+ aruannet esitamata	14 993	14220	11 427	11 144
0-1 aruannet esitamata	8 410	6 566	6 663	5 598
Kokku	23 403	20 786	18 090	16 742

*Tabel 4. Maksejõuetute ühingute ülevaade erinevate tunnuste lõikes*

Maksejõuetuks muutunud ettevõtetest 77% olid sellised, kellel ei esinenud 6 kuu jooksul maksevõlgnevusi. Kõikidest maksejõuetutest ühingutest 71.5% polnud ei võlgnevusi riigile, nad ei maksnud ei tööjõumakse ega riiklike makse, ehk sisuliselt võib öelda, et nendes ei toimunud majandustegevust.

### 3.6 Makstud maksud

Alates 2014. augustist annab Maksuamet kord kvartalis ülevaate ühingute poolt tasutud maksudest, eesmärgiga muuta majandust läbipaistvamaks. Riski hindamiseks on antud muudatus tervitatav, kuna läbi makstud maksude saab kaudselt prognoosida firma käivet ja töötajate arvu kvartali täpsusega ning võrrelda hetkeseisu bilansis kajastuvaga, ennetamaks ootamatuid kursimuutusi. Vaatleme makstud maksude puhul kõigepealt tööjõumakse.

Tunnus *TJM.I.kv* kirjeldab 2015 esimese kvartali tasutud tööjõumakse. Rühmade moodustamisel võtsime arvestamise aluseks kvartalis keskmiselt miinimumpalka saava ühe töötaja puhul tasutud maksude summa ligikaudu 400€. Saadud rühmad annavad piltlikult öeldes aimu, kui mitme miinimumpalga jagu ühing makse tasus.

Tabelit 5 vaadates on näha, et tööjõumaksude puhul on tegelikkuses ettevõtte maksejõuetuks muutumise jaotus küllaltki sarnane maksuvõlgnevuste tunnustele. Ühingute puhul, kes makse ei maksa, on maksejõuetuse osakaal tunduvalt kõrgem. Seejärel on selgelt eristatavad ettevõtted, kes maksid makse ühe või vähema miinimumpalga ulatuses. Näiteks, võib antud rühm aimu anda, et maksude tasumine jäi pooleli või inimene töötas osalise koormusega.

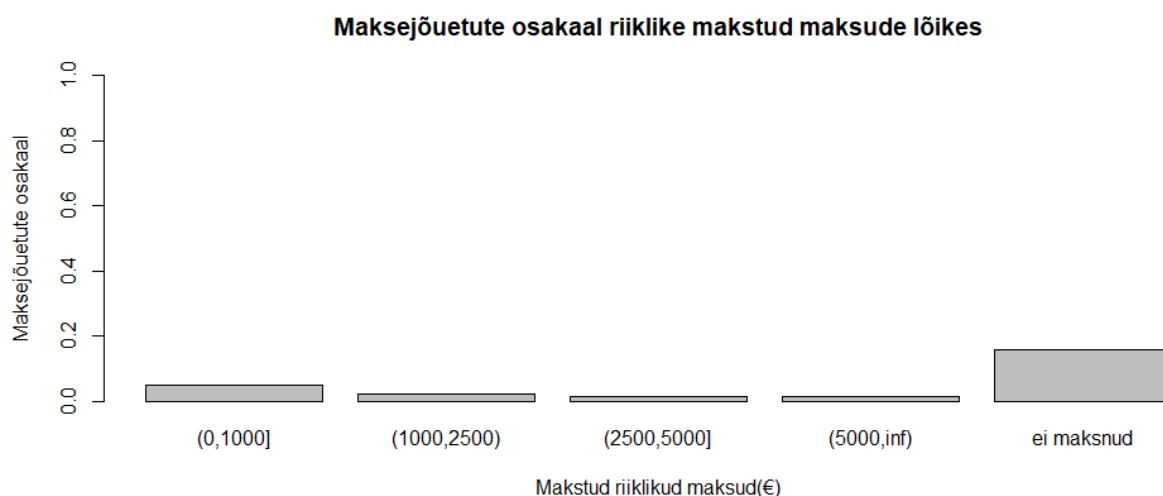
Maksejõuetu/ tööjõumaksud	Ei maksnud	(0,400]	(400,2000]	(2000,6000]	(6000,18000]	(18000,Inf)
0- Maksejõuline	131 504	23 681	28 051	10 798	6 623	4 301
1- Maksejõuetu	21 968	803	314	120	114	84
Kokku ühinguid	153 472	24 484	28 365	10 918	6 737	4 385
Maksejõuetute osakaal	14.3%	3.3%	1.1%	1.1%	1.7%	1.9%

*Tabel 5. Tasutud tööjõumaksude (€) ja maksejõuetute ettevõtete sagedustabel*

Kontrollime tasutud maksude sõltuvust maksejõuetusega ja hii-ruut test näitab, et seos on olemas p väärtus alla  $2 \cdot 10^{-16}$ . Võime öelda, et ühingu, kes tasus makse vähem kui ühe miinimumpalga ulatuses või ei teinud seda üldse, maksejõuetuks muutumise tõenäosus on kõrgem.

Tunnus *RM.I.kv* kirjeldab 2015 I kvartali kõikide riiklike maksude tasutud summat. Selle alla käib nii kinnipeetud tulumaks, sisend- ja väljundkäibemaksu vahe, sotsiaalmaks, aktsiisid ja muud maksud. Jooniselt 5 on näha tööjõumaksudega suhteliselt sarnast jaotust, taaskord muutus maksusid mittetasunud ettevõtetest suhteliselt suur osa maksejõuetuteks (15.9%, 21 259 ettevõtet

133 405-st). Hii-ruut testi abil sõltuvuse olemasolu kontrollides saime p-väärtuseks  $2 \cdot 10^{-16}$ , seos on olemas.



*Joonis 5. Maksejõuetute osakaal riiklike makstud maksude (€) lõikes*

Kuna riiklikud maksud sisaldavad ka tasutud sotsiaalmaksu ja meil on lisaks olemas andmed ka 2014 neljanda kvartali tasutud maksude kohta, siis arvutasime uue tunnuse *RMkoond*. Nimetatud tunnus näitab, kas ettevõtte maksis mõlemal kvartalil makse, tegi seda ühel neist või ei tasunud kummalgi midagi. Kui ettevõtte ei tasunud kummalgi kvartalil midagi, siis siit saab järeldada, et ta kas jättis tulud deklareerimata või tal ei olnud selles vahemikus töötajaid ning ta ei tasunud ühtegi riiklikku maksu (kinnipeetud tulumaks, käibemaks, tollimaks, aktsiisid, maamaks jne).

Maksejõuetu/Rmkoond	Ei maksnud üldse	Maksis ühel	Maksis mõlemad
0- Maksejõuline	106 101	72 955	25 902
1- Maksejõuetu	20 821	1 081	1 501
Kokku ühingu	126 922	74 036	27 403
Maksejõuetute osakaal	16.4%	1.5%	5.5%

*Tabel 6. Tunnuste Maksejõuetu ja RMkoond sagedustabel*

Võrdleme makse mitte tasuvate ettevõtete maksejõuetuks muutumise tõenäosust tunnuste *RM.I.kv* ja *RMkoond* lõikes. Näeme, et maksejõuetute osakaal tõusis vaid 0.5%, 15.9%-lt 16.4%-le ja ühingu, kes ei tasunud üldse makse, oli esimese kvartali puhul 133 405 ja mõlema kvartali puhul 126 922. Ehk teisisõnu võib öelda, et kui firma ei tasunud 2015 I kvartal makse, siis suure tõenäosusega ta ei maksnud makse ka 2014 IV kvartal ja tema maksejõuetuks muutumise tõenäosus on kõrgem kui makse tasuval ettevõttel. Hii-ruut test näitas tunnuse *RMkoond* ja *Maksejõuetu* vahel sõltuvust, p väärtus oli alla  $2 \cdot 10^{-16}$ .

### 3.7 Võlgnevused teistele ettevõtetele

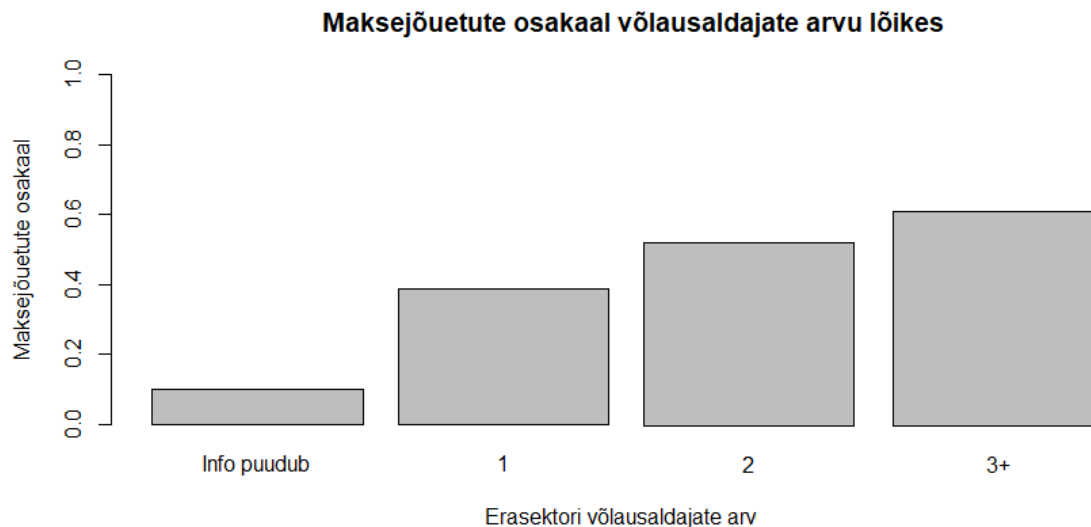
Inforegistril on lisaks riigivõlgnevustele olemas ka piiratud hulgal info võlgnevustest teistele ettevõtetele. Antud info on edastanud Inforegistrile võlausaldajad, lootes nõude avalikustamise ja võlamenetluse teel krediidina välja antud summa tagasi saada. Selleks, et võlausaldaja saaks nõude Inforegistris avaldada, teavitatakse eelnevalt võlglast ja antakse talle 7 päeva aega nõudega tutvumiseks. Kui võlgnik ei vaidlusta, ei sõlmi kokkulepet või maksegraafikut antud nõude osas, siis 7 päeva möödumisel avalikustatakse nõue Inforegister.ee veebikeskkonnas.

Kontrollime võlausaldajate nõuete mõju firma maksejõuetuks muutumisele. Tunnus *Eravõlad* näitab võlausaldajatele võlgu olevate nõuete summat. Tabel 7 näitab, et võlausaldajate avalikustatud nõudeid on vähe, kuid võlgnikest suur osa muutub maksejõuetuks. Väärtus „0 eurot“ tähendab seda, et Inforegistri enda baasis on nõue üleval, kuid avalikustatud teda pole. Arvatavasti on nõue vaidlustatud või on tasumine maksegraafiku alusel kokku lepitud ja seetõttu teda portaalis ei kajastata.

Maksejõuetu/Eravõlad	Võlainfo puudub	“0 eurot”	1-5000 eurot	5001+ eurot
0-Maksejõuline	203 691	55	1 062	150
1-Maksejõuetu	22 400	21	790	192
Kokku ühinguid	226 091	76	1 852	342
Maksejõuetute osakaal	9.9%	27.6%	42.7%	56.1%

*Tabel 7. Tunnuste Maksejõuetu ja Eravõlad sagedustabel*

Teine tunnus *VU.arv*, mis kirjeldab võlgnevusi teistele ettevõtetele, näitab võlausaldajate arvu. Kontrollime, kas võlausaldajate arvu suurenedes kasvab ka maksejõuetute osakaal. Selleks lõime tunnuse *VU.arv2*, jaotades tunnuse *VU.arv* väärtused klassidesse. Jooniselt 6 on näha antud tunnuse puhul maksejõuetute ettevõtete osakaalu kasvu võlausaldajate arvu kasvades. Kontrollides hii-ruut testiga sõltuvust, saame tulemuseks, et seos on olemas ja p-väärtus taaskord alla  $2 \cdot 10^{-16}$ .



*Joonis 6. Maksejõuetute osakaal võlausaldajate arvu lõikes*

### 3.8 Ühingu finantsnäitajad

Ühingu finantsnäitajad on tunnuste rühm, mis sisaldab järgnevaid tunnuseid: *Käive*, *Kasum*, *Käibevara*, *Põhivara*, *Lühiajalised kohustused*, *Pikaajalised kohustused* ja *Omakapital*. Ettevõtte finantsandmete kaasamisel mudelisse on oluline alati silmas pidada, millise majandusaasta infot millisel ajahetkel me tegevuse lõpetamise prognoosimiseks kasutame. Vastavalt Äriseadustikule tuleb reeglina esitada jooksva majandusaasta aruanne hiljemalt järgneva aasta 30. juuniks. See tähendab, et enne antud tähtaja saabumist võib ilma hoiatuse või reeglite rikkumiseta ka aruannet mitte esitada ja kui kreditor „värsket“ aruannet ei nõua ning hindab ettevõtte jätkusuutlikkust olemasolevate finantsandmete põhjal, siis tegemist on 1-1,5 aastat vana informatsiooniga.

Käesolevas valimis on ühingu finantsnäitajad olemas 2014. aasta majandusaastaruande põhjal kõikide ettevõtete kohta, kelle käive on üle 50 000€ ja finantsnäitajad on masinloetavad. See tähendab, et kui lõplikus mudelis on finantsandmetega seotud tunnused sees, siis mudel töötab kõige paremini kui aruande esitamisest on möödas kuni 5 kuud. Masinloetavus detailidesse laskumata tähendab seda, et teatud juhtudel kui majandusaastaruanne on esitatud, aga pildi formaadis, siis ei pruugi andmeid antud andmebaasis masinloetamatuse tõttu olla. Lisaks on ligi 600 ühingut, kelle puhul ka madalama käibe korral finantsandmed ostetud.

Vaatame kõigepealt sagedustabelit, kus on ära toodud finantsandmeid omavate ja mitteomavate ettevõtete maksejõuetute osakaalud. Selleks löime tunnuse *Finantsid*, mille väärtusteks on:



finantsid olemas, finantsid puudu. Kokku on valimis 34 926 ettevõtet, kellel finantsandmed olemas. Ülejäänute puhul kas info puudub või on käive alla 50 000 euro. Tabelist 8 on näha, et ühingutel, kellel puuduvad finantsandmed, on kõrgema maksejõuetuse osakaaluga. Testime Fisheri täpse testi abil kahe tunnuse vahelist sõltuvust ja näeme, et seos on olemas ( $p$ -väärtus alla  $2 * 10^{-16}$ ).

Finantsid/Maksejõuetu	0-maksejõuline	1-maksejõuetu	Kokku	Maksejõuetute osakaal
Finantsid olemas	34 612	314	34 926	0.9%
Finantsid puudu	170 346	23 089	193 435	11.9%

*Tabel 8. Tunnuste Finantsid ja Maksejõuetu sagedustabel*

Finantsnäitajate tunnuste rühma lähemalt uurides proovisime leida tunnuseid, millel võiks olla mõju ettevõtte maksejõuetuks muutumisele. Sõelale jäid: ühingu kasum ja omakapital. Äriühingu omakapital on omanikele kuuluv vara ja kui see on miinuses, tähendab see lihtsustatult öeldes seda, et ettevõttel puuduvad vahendid kõikide kohustuste katmiseks. Seetõttu on ka Äriseadustikus nõue, et kui omakapital ei vasta miinimumnõudele, tuleb ettevõtte omanikel teha kõik endast olenev, et see taastada või ettevõtte tegevus suunata lõpetamisele (likvideerimine, pankrot). Omakapitali miinimumnõue on tegelikkuses suurem kui 0 ja sõltub, millise ühingu vormiga on tegu ning kui suur osakapital firma loomisel sisse maksti. Kuid antud töös vaatame lihtsalt, kas ja milline mõju on negatiivsel omakapitalil ühingu maksejõuetusele sõltumata tema vormist. Selleks lõime tunnuse *Omakapital2*, millel on kolm võimalikku väärtust: info puudub, omakapital negatiivne ja omakapital positiivne. Tunnuste *Maksejõuetu* ja *Omakapital2* sõltuvust kontrolliti hii-ruut testiga ja saadi, et seos on olemas ( $p$ -väärtus alla  $2 * 10^{-16}$ ). Võime öelda, et kui omakapital on negatiivne või info puudub, siis tõenäosus maksejõuetuks muutuda on suurem.

Omakapital2/ Maksejõuetu	0-maksejõuline	1-maksejõuetu	Kokku	Maksejõuetute osakaal
Info puudub	170 346	23 089	193 435	11.9%
Omakapital negatiivne	1 275	67	1 342	5.0%
Omakapital positiivne	33 337	247	33 584	0.7%

*Tabel 9. Tunnuste Omakapital ja Maksejõuetu sagedustabel*

Kontrollime, millist mõju avaldab kahjum või kasum ettevõtte maksejõuetuks muutumisele. Selleks loime tunnuse *Kasum2*, mille võimalikud väärtused on: info puudub, kasumis, kahjumis. Allolev tabel 10 näitab, et maksejõuetute ettevõtete osakaal kasvab kui ühing on kasumi asemel kahjumis, kuid võrreldes negatiivse omakapitaliga (tabel 9) ei ole muutus nii suur. Hii-ruut test annab tulemuseks, et sõltuvus on tunnuste *Maksejõuetu* ja *Kasum2* vahel olemas.

Kasum2/Maksejõuetu	0-maksejõuline	1- maksejõuetu	Kokku	Maksejõuetute osakaal
Kahjumis	7 988	149	8 137	1.8%
Kasumis	26 624	165	26 789	0.6%
Info puudub	170 346	23 089	193 435	11.9%

*Tabel 10. Tunnuste Kasum ja Maksejõuete sagedustabel*

Lisaks, arvutasime tunnuse *Puhaskäibekapital2*, lahutades käibevarast lühiajalised kohustused. Käesoleva tunnuse võimalikud väärtused on: info puudub, positiivne puhaskäibekapital, negatiivne puhaskäibekapital. Puhaskäibekapital on üks võimalikke viise hindamaks ettevõtte likviidsust. Juhul, kui see on miinuses, siis ettevõttel ei pruugi olla piisavalt likviidset vara, katmaks lühiajalisi kohustusi ja võib eeldada, et tema tõenäosus muutuda maksejõuetuks on suurem. Kontrollime, kas töösse valitud andmestikus antud eeldus kehtib. Tabelist 11 on näha, et kui puhaskäibekapital on negatiivne, on maksejõuetus suurem. Kontrollime tunnuste vahelist sõltuvust hii-ruut testiga ja saame taaskord tulemuseks, et seos on olemas, p-väärtus alla  $2 \cdot 10^{-16}$ .

Puhaskäibekapital2/ Maksejõuetu	0- maksejõuline	1- maksejõuetu	Kokku	Maksejõuetute osakaal
Info puudub	170 346	23 089	193 435	11.9%
Puhaskäibekapital negatiivne	7 258	112	7 370	1.5%
Puhaskäibekapital positiivne	27 354	202	27 556	0.7%

*Tabel 11. Tunnuste Puhaskäibekapital ja Maksejõuetu sagedustabel*

### 3.9 Ühinguga seotud isikute roll, maineskoor

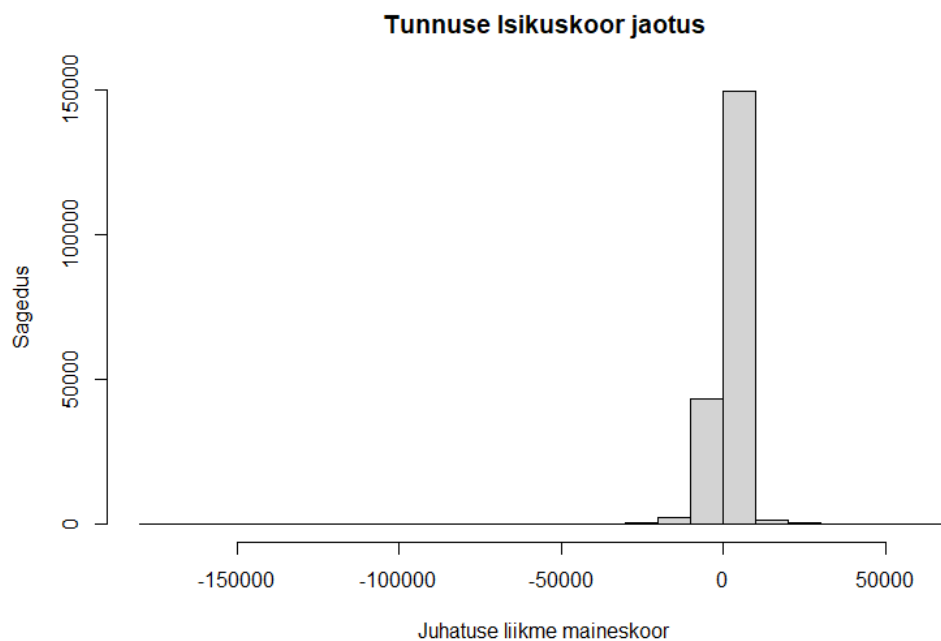
Ühinguga seotud isikute tunnuste rühma puhul vaatleme tunnuseid *Roll* ja *Isikuskoor*. Neist esimene on Äriregistrisse tehtud kanne, mis kirjeldab isiku ülesandeid, õigusi ja kohustusi seotud ettevõttega. Tabel 12 näitab maksejõuetute ettevõtete osakaalu erinevate rollide puhul. Hii-ruut test tunnuse *Maksejõuetu* ja *Roll* vahel näitab sõltuvust, p-väärtus alla  $2 \cdot 10^{-16}$ . Võime öelda, et teatud rollide puhul on maksejõuetuks muutumise tõenäosus kõrgem.

Seotud isiku roll/ Maksejõuetu	0-maksejõuline	1-maksejõuetu	Kokku ühinguid	Maksejõuetute osakaal
FIE	29 619	2 246	31 865	7.0%
Juhatus liige	169 042	12 366	181 408	6.8%
Likvideerija	49	7 821	7 870	99.4%
Menetlusdok	131	54	185	29.2%
Muu isik	617	57	674	8.5%
Roll puudub	1 061	767	1 828	42.0%
Osanik	4 439	92	4 531	2.0%

*Tabel 12. Tunnuste Roll ja Maksejõuetu sagedustabel*

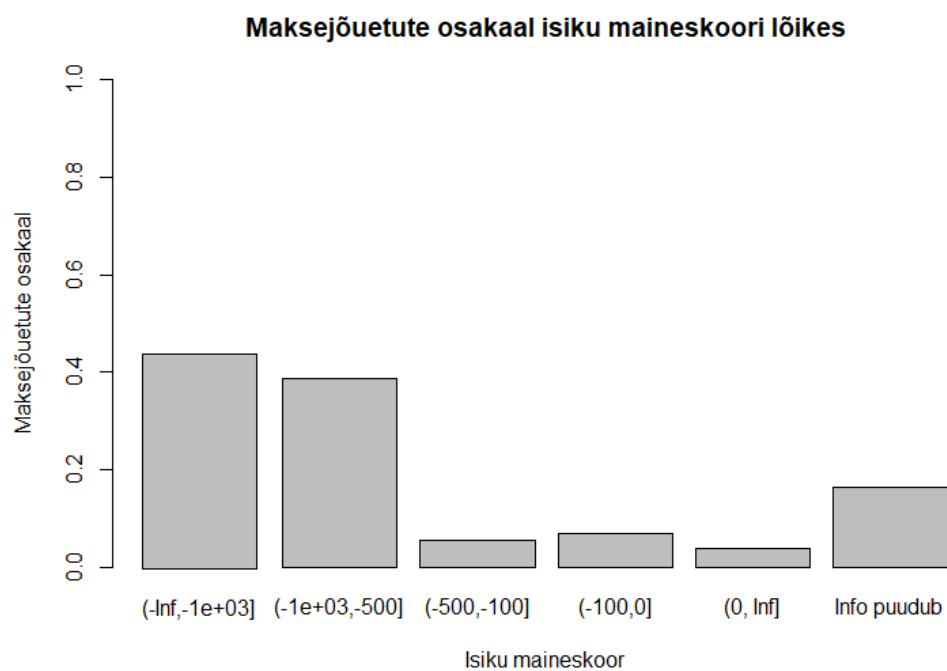
*Isikuskoor* on aga Inforegister.ee-s kasutusel olev maineskoor. Maineskoor omistatakse nii isikule kui ühingule. Ühingu maineskoor kujuneb järgnevatest näitajatest: ettevõtte vanus, põhikapital, töötajate arv, hetkel üleval olevad võlad, esitamata deklaratsioonid ja majandusaastaruanded. Lähtudes nimetatud tunnustest võib öelda, et ettevõtte maineskoor kirjeldab mõneti ühingu suurust, maksekäitumist ning ärilist korrektsust. Ühinguga seotud isiku maineskoor kujuneb temaga hetkel seotud kõikide firmade maineskoori summast. Näiteks, kui ettevõtte maineskoor on 1000 ja temaga seotud isiku skoor on 3000, siis see tähendab, et nimetatud isikul on veel seoseid teiste ühingutega ja nende kõikide ettevõtete skooride summa on 3000. Isiku maineskoor kujuneb osaliselt küll tunnustest, mis on andmebaasis olemas, kuid selle erinevusega, et ta annab ülevaate seotud isiku edukusest kõikide ühingute peale kokku. Võib öelda, et kõrgem skoor tähendab, et isikuga seotud ühingute üldine majanduslik seis on parem.

Maineskoor võib minna ka miinustesse, kui ettevõttel on üleval võlgnevused, tema registri staatus on likvideerimisel/pankrotis või tal on esitamata majandusaasta aruanded/deklaratsioonid. *Isikuskoor* väärtused antud andmestikus on vahemikus [-179 897; 65 681] ja mediaaniks 142 punkti, keskmine 313 punkti. Vahemik, kuhu jääb 50% skooridest (esimene kvartiil kuni kolmas kvartiil) jääb 10 punkti ja 414 punkti vahele. Antud tunnuse jaotus on ära toodud joonisel 7.



*Joonis 7. Juhatus liikme maineskoori jaotus*

Kuna antud tunnuse puhul on puuduvaid väärtusi 28 969 ja saamaks paremat ülevaadet, kuidas maksejõuetute ühingute osakaal muutub erinevate skooride lõikes, loome tunnuse *Isikuskoor3*, kus jaotame *Isikuskoor* väärtused klassidesse. Jooniselt 8 näeme, et kui isiku maineskoor on negatiivne või info puudub, siis tema tõenäosus maksejõuetuks muutuda on kõrgem. Testime hii-ruut testiga antud sõltuvust ja näeme, et seos maksejõuetuks muutumise ja isiku maineskoori vahel on olemas, p-väärtus alla  $2 \cdot 10^{-16}$ .



*Joonis 8. Maksejõuetute osakaal isiku maineskoori lõikes*

## 4. MAKSEJÕUETUST PROGNOOSIVA MUDELI LOOMINE

### 4.1 Mudeli koostamise põhimõtted

Mudeli loomisel kasutame esmalt logistilist regressiooni, mis prognoosib uuritava sündmuse toimumise tõenäosust ja selle muutumist sõltuvalt argumenttunnuste  $x_1, x_2, \dots, x_n$  väärtuste muutumisest. Logistilise regressiooni võrrand kirjeldab meid huvitava sündmuse toimumise šansi logaritmi muutumist argumenttunnuste muutumisel:

$$\text{logit}(p) := \ln\left(\frac{p}{1-p}\right) = \alpha + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_n x_n. \quad (4.1)$$

Sündmuse toimumise tõenäosus on avaldatav valemiga:

$$p = \frac{1}{1 + e^{\text{logit}(p)}}. \quad (4.2)$$

Antud töös on huvipakkuvaks sündmuseks, mille toimumise tõenäosust ( $p$ ) me prognoosime, maksejõuetuks muutumine ühe aasta jooksul. Paljud andmebaasis olnud numbrilised tunnused (põhikapital, maksuvõlg, makstud maksud...) on raskete sabadega jaotused (esineb üksikuid äärmiselt suuri või väikesi väärtuseid). Mudeli headuse huvides jagame taoliste tunnuste väärtused vahemikesse ja mudeli koostamisel on kasutatud indikaatortunnuseid, mis kirjeldavad, kas tunnuse väärtus kuulub vastavasse vahemikku või mitte. Mudelisse proovisime lisada neid tunnuseid, mis olid statistiliselt olulised maksejõuetusega seotud ( $p$ -väärtus väiksem kui 0,05). Mudeli headust kirjeldame McFaddeni kordaja, ROC-kõvera ja ROC-kõver aluse pindala (AUC) kaudu. [8]

### 4.2 Parima mudeli otsimise protseduur

Käesolevas bakalaureusetöös lähenetakse maksejõuetuse prognoosimisele kolme meetodiga. Tulemuste omavaheliseks võrdlemiseks on andmestik jaotatud test- ja treeningandmestikuks, kus kõik mudeli koostamisel tehtud otsused langetatakse treeningandmestiku põhjal ning mudeleid võrreldakse testandmestikus olevate maksejõuetuse prognooside põhjal. Eesmärgiks on välja selgitada, kas logistiline regressioon annab eelise teiste lähenemiste ees ning leida sobivaim maksejõuetust prognoosiv mudel. Valim jaotati juhuslikult kaheks osaks, vastavate osakaaludega 1/4 ning 3/4 test- ja treeningandmestikuks. Treeningandmestik sisaldab 171 223 vaatlust ja testandmestik 57 138 vaatlust.

#### 4.2.1 Akaike informatsiooni kriteerium

Logistilisse regressioonimudelisse argumenttunnuste lisamisel hindame nende vajalikkust lähtuvalt Akaike informatsiooni kriteeriumist (Akaike Information Criterion), mis on avaldatav kujul

$$AIC = 2k - 2\ln L, \quad (4.3)$$

kus suurus  $\ln L$  tähistab sobitatud mudeli logaritmilist tõepära ning  $k$  on parameetrite arv mudelis. Mudeli otsimise protseduur peamiselt lähtus vähima AIC väärtustega mudeli leidmisest. ([9], lk 6-1 kuni 6-4)

#### 4.2.2 Mcfaddeni determinatsioonikordaja

Lisaks AIC-le kasutasime mudelite omavahelisel võrdlemisel McFaddeni determinatsioonikordajat, ehk tõepära indeksit (*likelihood ratio index*). Teisisõnu üritame leida parameetri väärtusi, mis annavad suurima tõepära hinnangu, ehk kõige tõepärasema üldkogumijaotuse antud valimi jaoks. McFaddeni determinatsioonikordaja on defineeritud kui

$$R_{McFadden}^2 = 1 - \frac{\ln(L)}{\ln(L_0)}, \quad (4.4)$$

kus  $L$  on tõepärafunktsiooni väärtus tegeliku mudeli korral ja  $L_0$  tõepärafunktsiooni väärtus ainult konstanti sisaldava mudeli korral. McFaddeni kordaja väärtus on vahemikus  $[0;1]$  ja mida lähedamal on ta ühele, seda parem mudel. ([10])

#### 4.2.3 Mudeli tundlikkus ja spetsiifilisus

Järgnev alapeatükk põhineb Fawcetti artiklil „Introduction to ROC analysis“ [11]. Olgu meil uuritav binaarne tunnus  $p$  võimalike väärtustega 1 (sündmus toimub) ja 0 (sündmus ei toimu). Me prognoosime sellele tunnuse väärtust ja saame prognoosiks kas väärtuse 1 või 0. Kui tunnuse  $p$  tegelik väärtus on 1 ja meie prognoosime tema väärtuseks ühe, siis on meie prognoos olnud õige ja me räägime õigest positiivsest tulemusest. Kui aga tegelik väärtus on 1, aga meie prognoosime antud tunnuse tegelikuks väärtuseks nulli, siis oleme saanud valenegatiivse tulemuse. Kui tunnuse  $p$  tegelik väärtus on 0, siis võime rääkida õigest negatiivsest (prognoos:0) ja valepositiivsest (prognoos:1) tulemusest.

Kui sageli suutsime sündmuse toimumise korral selle sündmuse aset leidmist prognoosida - seda näitab tundlikkus (õigete positiivsete prognooside arv/sündmuse toimumiste arv). Antud töös näitab tundlikkus seda, kui suure osa tegelikult maksujõuetuks muutuvatest ettevõtetest ka meie mudel probleemseks ettevõtteks liigitas. Kui sageli prognoosime sündmuse mittetoimumist ( $p=0$ )

õigesti (prognoos 0), seda näitab spetsiifilisus. Antud töös näitab spetsiifilisus seda, kui suure osa tegelikult maksejõulistest ettevõtetest ka meie mudel maksejõulisteks liigitaks, ehk kellele võiks müüa krediidi alusel.

Kui kasutatav prognoosiv mudel prognoosib sündmuse (maksejõuetuks muutumise) toimumise tõenäosust, siis peame binaarse prognoosi saamiseks kuhugi piiri tõmbama - kui sündmuse toimumise tõenäosus mudeli arvates on mingist piirtõenäosusest suurem, siis prognoosime väärtust 1 (oletame, et sündmus võiks toimuda), kui aga sündmuse toimumise tõenäosus on antud piirist väiksem, siis prognoosime väärtust 0 (oletame, et sündmus ei leidnud aset). Kuhu aga seda piiri tõmmata? Kui kasutame piirtõenäosust 0,5 siis saame ühe tundlikkuse ja valepositiivsuse määra väärtuse, kui kasutaksime piirina tõenäosust 0,25 siis jõuaksime teistsuguste tundlikkuse ja valepositiivsuse määrani.

Erinevaid piirtõenäosuseid kasutades saavutatavaid tundlikkuse ja valepositiivsuse määra kombinatsioone saab kujutada graafikul mida tuntakse ROC-graafiku nime all. ROC-kõvera alune pindala AUC (*Area under curve*) on üks näitaja, mida saab kasutada binaarset tunnust prognoosiva mudeli headuse kirjeldamiseks. Mida lähemal on AUC-väärtus ühele seda parem on vaadeldava mudeli prognoosivõime.

### 4.3 Logistiline regressioonimudel

Lõplikku mudelisse jäi kokku 12 erinevat treeningandmestikul moodustatud tunnust: *Omakapital2*, *Puhaskäibekapital2*, *Kasum2*, *Roll*, *Reg.Staatus*, *Vorm2*, *VU.arv2*, *Aruanded2*, *RMkoond*, *Isikuskoor3*, *MV.vanus5*, *MV.hetkel2*.

Mudel:

$$\ln\left(\frac{p}{1-p}\right) = 3,18 + 0,33 * I_{(Omakapital2=negatiivne)} - 0,36 * I_{(Omakapital2=positiivne)} + 0,36 \\ * I_{(Puhaskäibekapital2=negatiivne)} + 0,71 * I_{(Kasum2=negatiivne)} - 1,10 \\ * I_{(Roll=Juhatusel\ liige)} + 5,98 * I_{(Roll=Likvideeriija)} + 0,16 * I_{(Roll=Menetlusdok)} \\ - 1,72 * I_{(Roll=Muu\ isik)} - 0,34 * I_{(Roll=puudub)} - 3,99 * I_{(Roll=osanik)} + 3,35 \\ * I_{(Reg.Staatus=Pankrotis)} - 5,30 * I_{(Reg.Staatus=Registrisse\ kantud)} - 7,89 \\ * I_{(Vorm2=Euroopa\ majandusühing)} - 0,28 * I_{(Vorm2=FIE)} - 2,83 * I_{(Vorm2=KÜ)} \\ + 1,04 * I_{(Vorm2=MTÜ)} - 0,78 * I_{(Vorm2=OÜ)} + 1,15 * I_{(Vorm2=SA)} + 2,25 \\ * I_{(Vorm2=TÜ)} - 1,37 * I_{(Vorm2=TÜH)} + 1,37 * I_{(Vorm2=ÜÜ)} + 1,27 * I_{(Vorm2=Fil)} \\ - 0,09 * I_{(VU.arv2=2)} - 0,03 * I_{(VU.arv2=3+)} - 0,34 * I_{(VU.arv2=Info\ puudub)} \\ - 0,55 * I_{(Aruanded2=1)} + 4,58 * I_{(Aruanded2=2+)} - 1,10 * I_{(RMkoond=Mõlemad)} \\ - 0,57 * I_{(RMkoond=Ühel)} + 0,89 * I_{(Isikuskoor3 \in (-1000; -500])} + 0,34 \\ * I_{(Isikuskoor3 \in (-500; -100])} + 0,95 * I_{(Isikuskoor3 \in (-\infty; -1000])} - 0,10 \\ * I_{(Isikuskoor3 \in (0; \infty))} + 0,31 * I_{(Isikuskoor3=Info\ puudub)} + 0,92 \\ * I_{(MV.vanus5 \in (0; 60])} + 1,44 * I_{(MV.vanus5 \in (60; 180])} + 1,63 * I_{(MV.vanus5 \in (180; 360])} \\ + 0,94 * I_{(MV.vanus5 \in (360; 1080])} + 0,85 * I_{(MV.vanus5 \in (1080; \infty))} + 7,77 \\ * I_{(MV.vanus4=Info\ puudub)} - 0,71 * I_{(MV.hetkel2 \in (0; 1000])} - 0,51 * \\ * I_{(MV.hetkel2 \in (1000; 10000])} - 1,13 * I_{(MV.hetkel2 \in (10000; 100000])} - 1,34 \\ * I_{(MV.hetkel2 \in (100000; \infty))}$$

kus  $I_{(tingimus)}$  on indikaatorfunktsioon,  $I_{(tingimus)}=1$ , kui tingimus on täidetud. Muudel juhtudel on indikaatorfunktsiooni väärtuseks 0. Täiendavat informatsiooni on hinnatud mudeli kohta lisas 4 (R-väljatrükid, olulisustõenäosused jne).

Mudeli headust hindasime McFaddeni determinatsioonikordaja ja Akaike informatsioonikriteeriumi alusel. McFaddeni kordaja on 0,635 ja sellest paremat tulemust



erinevate mudeli variantide läbi proovimisel ei õnnestunud saada. Vähim saavutatud Akaike informatsioonikriteerium antud mudeli korral on 41 285. Osad tunnused ei ole statistiliselt olulised, kuid nende eemaldamise tulemusena AIC väärtus lõppmudelil suureneb ning seetõttu on otsustatud antud tunnused sisse jätta. Antud mudelit on kontrollitud sammuviisilise regressiooniga, et kindlaks teha, kas leitud mudelit ei saa parandada muutuja eemaldamise teel parima maksejõuetust prognoosiva mudeli leidmiseks.

Regressioonikordaja ees olev positiivne märk näitab, et antud tunnus suurendab maksejõuetuks muutumise tõenäosust ja negatiivse kordaja korral on tegemist vastupidise seosega. Tõlgendame huvipakkuvamaid tunnuseid. Üldiselt võiks arvata, et võlgnevustega seotud info nagu suur maksuvõlg või rohkem kui ühele erasektoris olevale võlausaldajale võlgu võiks tähendada suuremat maksejõuetuse tõenäosust. Tegelikult antud andmestik ei kirjelda alati oodatavat käitumist. Maksuvõla puhul on seejuures võlgnevuse vanus positiivsete regressioonkordajatega, kuigi võla suurust iseloomustavad negatiivsed kordajad. Põhjus võib olla selles, et maksuvõla vanus või muud tunnused on lihtsalt suurema mõjuga või kuna maksuvõla referentsklassiks on „Võlg puudus“, mille puhul on maksejõuetuks muutuvate ettevõtete osakaal kordades kõrgem.

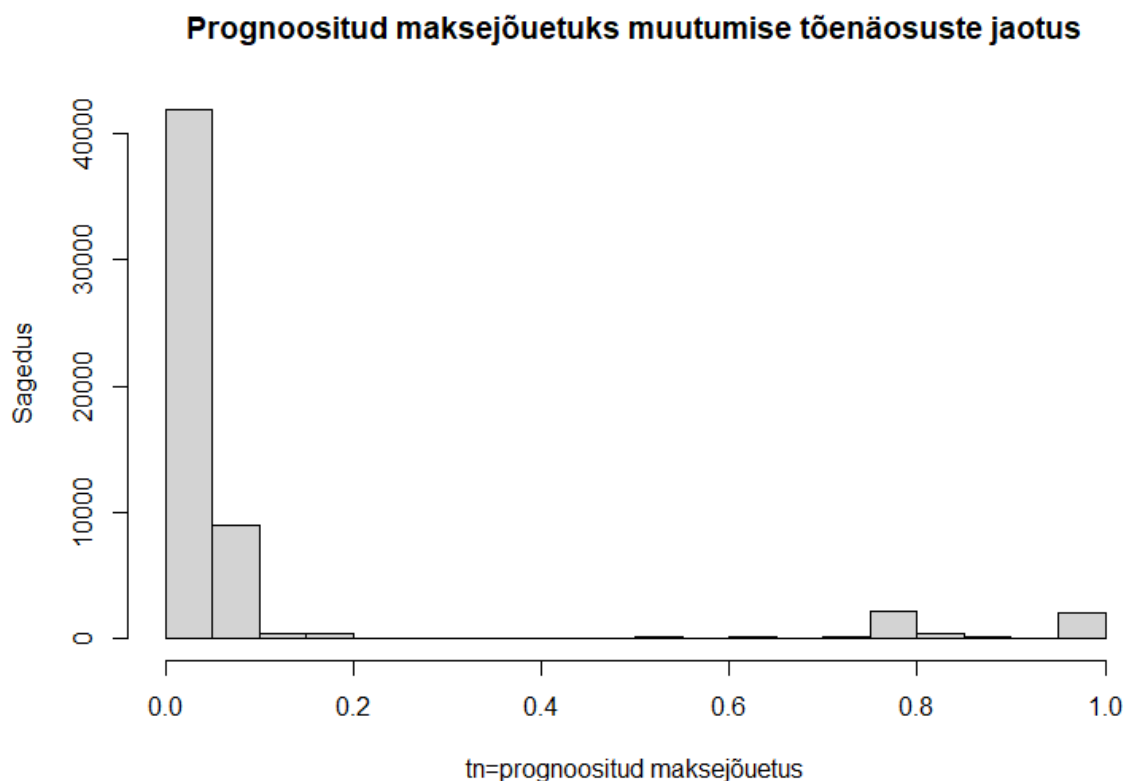
Juriidilise isiku seotud isiku skoor annab ootuspäraselt mõista, et madalama ja miinustes skooriga isikute firmad muutuvad suurema tõenäosusega maksejõuetuks. Positiivne omakapital ja makstud maksud vähemalt ühes kvartalis muutuvad maksejõuetuks väiksema tõenäosusega. Kuid, nagu eelnevas peatükis tehtud tunnuste esmaanalüüs märku andis, mõjutavad enim maksejõuetuks muutumist aruannete puudumine, likvidaatorist seotud isik ja/või kui registri staatus pole registrisse kantud.

Vaatleme mudeli käitumist paari tuntuma pankrotistumise juures. Esimeseks näiteks võtsime Tartu tekstiilitööstusettevõtte ILVES-EXTRA AS, kelle puhul hakkas meedias levima kuuldused potentsiaalsest pankrotist [12], kuid ametlikuks sai olukord pärast 30.04.2016 [13], ehk meie andmestikus oli nende *Maksejõuetus* väärtuseks veel 0. 01.06.2015 oli antud ettevõtte olukord järgmine: registrisse kantud ühing, üks esitamata majandusaasta aruanne, maksuvõla suurus 43 762 eurot ja vanus 73 päeva, võlausaldajatele võlgnevusi pole, rolliks juhatuse liige ja skoor 184. Ilves-Extra prognoosiks tuli  $p=0,007$ , ehk mudel ennustas õigesti, kuid autori hinnangul on tõenäosus natuke liiga väike antud firma näitajaid vaadates ja peatset maksejõuetuks muutumist arvestades. Siin võib olla juhatuse skoori ja aruannete tõttu olla tingitud antud tulemus.

Teise näitena vaatame OPEKS A.R OÜ, Aivar Riisalule kuulunud ümarpuidu kokkuostu ja Hiinasse edasimüügiga tegelevat ettevõtet, kes läks pankroti 2016. aasta algul [14]. Ühingu

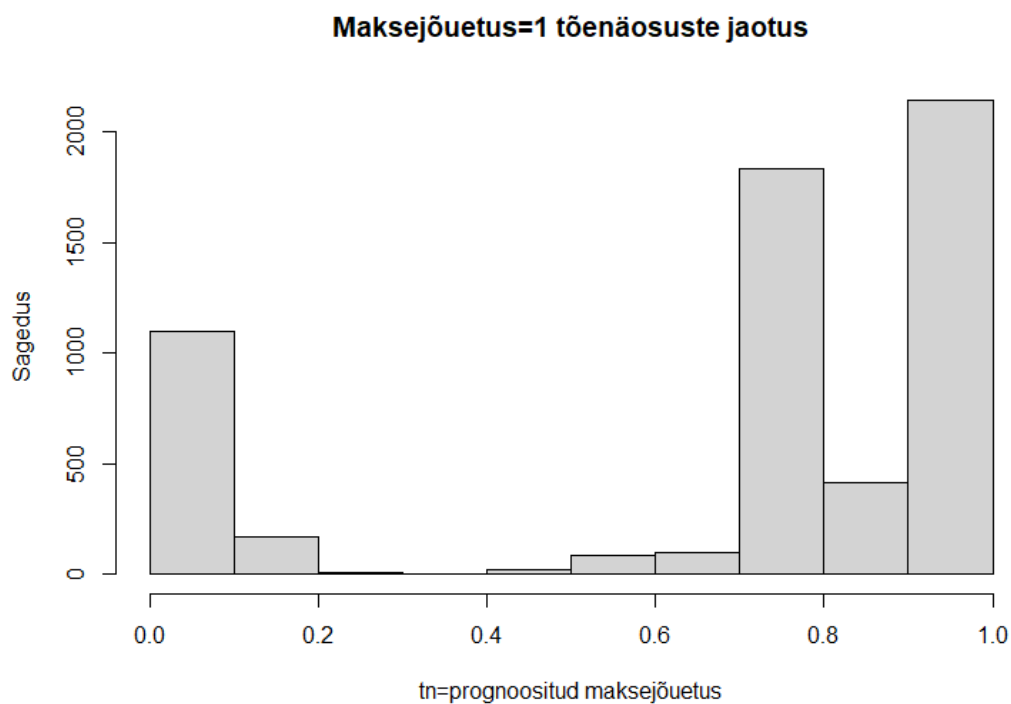
näitajad olid järgmised: registrisse kantud, eravõlad puudusid, juhatuse liikme isikukoor 3 269, riiklike makse ei tasunud, maksu- ja eravõlad puudusid, kahjumis, omakapital ja puhaskäibekapital negatiivne, aruanded esitatud. Opeks prognoosiks tuli 0,046, mis vaikumisi mudeli poolt välja antud lõikepiiriga 0,091 puhul annaks tulemuseks 0. Kui aga langetada lõikepiiri madalamale, näiteks 0,045, siis oleks tundlikkus 94% ja spetsiifilisus 77% ning sellisel juhul oleks prognoos osutunud õigeks. Järgnevates peatükkides arutletakse pikemalt sobiva lõikepiiri ja mudeli konservatiivsuse osas.

Järgnevalt vaatleme maksejõuetuks muutumise prognoositud tõenäosuste jaotust (joonis 9). Allolevalt jooniselt on näha, et mudeli väärtused jagunevad peamiselt kahte gruppi: valdav enamik ettevõtetest asub vahemikus  $[0; 0,2]$  ja teine grupp alates väärtusega 0,5-st. Seega eralduskriteeriumi võiks esialgsel hinnangul panna kahe grupi vahele.



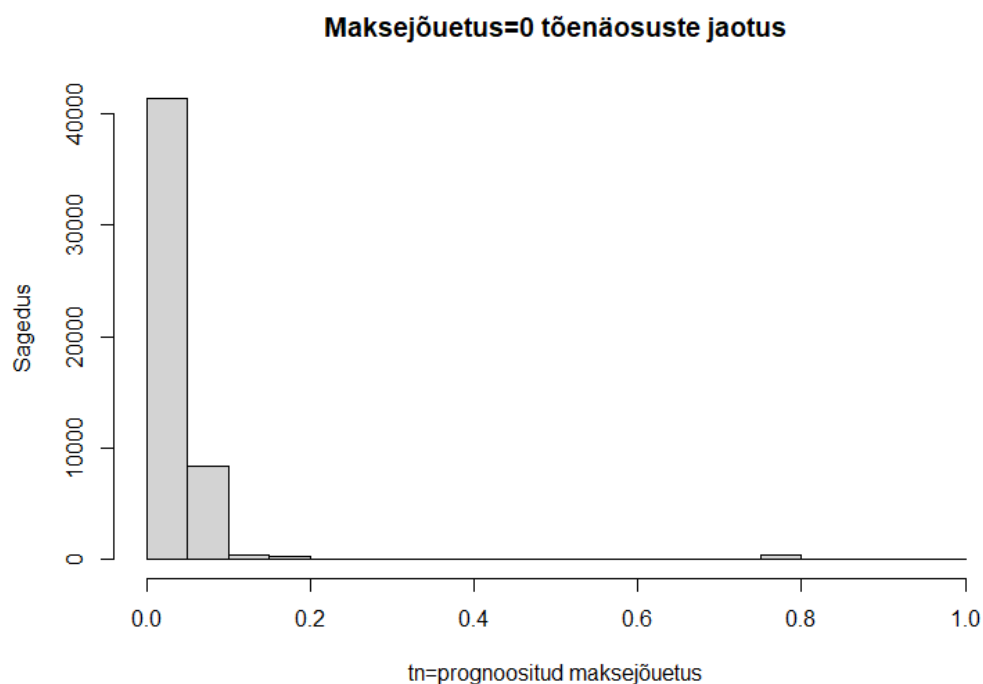
*Joonis 9. Maksejõuetuks muutumise prognoositud tõenäosuste jaotus*

Maksejõuetuks muutunud ettevõtete keskmine maksejõuetuks muutumise tõenäosus on 0,69 ja ellujäävate ettevõtete puhul 0,034. Vaatame korra ettevõtete, kes osutusid maksejõuetuks, prognoositud tõenäosuste jaotust (joonis 10).



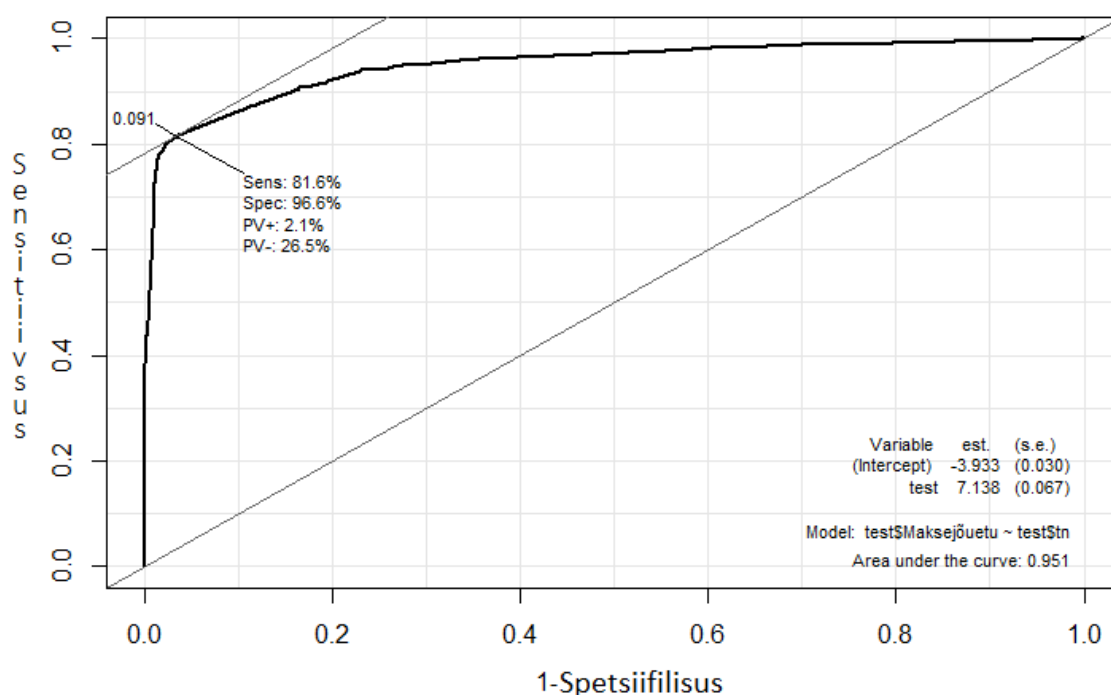
*Joonis 10. Maksejõuetus=1 korral prognoositud tõenäosuste jaotus*

Siin on näha, et ligikaudu 1 300 maksejõuetut ettevõtet on saanud väga madalaid väärtusi (prognoositud tõenäosus väiksem kui 0,2). Vaatame jooniselt 11, kuidas mudel esines maksejõuliste ettevõtete puhul, ehk milline on prognoositud tõenäosuste jaotus maksejõuetuse 0-väärtuste korral.



*Joonis 11. Maksejõuetus=0 korral prognoositud tõenäosuste jaotus*

Ühingu, kelle maksejõuetuks muutumise tõenäosus oli väga kõrge, kuid jäid ellu, on alla mõne tuhande, mis koguvalimi puhul on alla 5%. Joonistame antud mudelile ROC-kõvera (joonis 12). R-programmi poolt väljastatud löikepiir on 0,091 ja sel juhul tundlikkuseks 81,2% ja spetsiifilisuseks 96,6%



Joonis 12. ROC kõver logit mudelile testandmestiku peal

ROC-kõvera joonealune pindala 0,951, ehk 95,1% juhtudel on tegevuse lõpetanud ühingu arvutatud tõenäosus suurem kui mitte lõpetanud. Testides erinevaid löikepiire jäime rahule R-programmi poolse valikuga ja sellisel juhul on kirjeldatavus ära toodud all tabelis.

Tegelikkus/ Proгноos	Tegutseb edasi	Maksejõuetu
Tegutseb edasi	49 526	1 735
Maksejõuetu	1 081	4 796

Spetsiifilisus	96,6%
Tundlikkus	81,6%

Tabel 13. Logit-mudeli spetsiifilisus ja tundlikkus

ROC-kõvera joonealune pindala antud mudeli puhul näitab samuti, et sisuliselt töötab mudel efektiivselt. Kui eesmärgiks võtta konservatiivsus, ehk me tahame minimeerida valede krediidi otsuste tegemist ja oleme valmis selle nimel rohkematele ettevõtetele ära ütlema, siis võime muuta

lõikepiiri, et tõsta tundlikkust. Näiteks, kui valida lõikepiiriks 0,023, siis mudel suudaks 95% juhtudest õigesti ennustada firma maksejõuetuks muutumist. Sellisel juhul me lahterdaks 13 786 tegelikult maksejõulist ettevõtet maksejõuetuks, ehk spetsiifilisus oleks 73%, mis autori hinnangul oleks veel igati mõistlik.

#### 4.3 Ettevõtluses praktikas kasutusel olevatel „rusikareeglitel“ põhinevad mudelid

Erinevad ettevõtted kasutavad erinevaid otsustusprotsesse, krediidi juhtimisstrateegiaid hindamaks firma maksejõuetust. Register OÜ on oma teenuseid müües kohtunud tuhandete ettevõtjatega ning selle käigus ka tutvunud nende kasutusel olevate meetoditega, mille põhjal krediidi otsuseid tehakse. Defineerime tuginedes Register OÜ kogemusele 2 levinumat otsustusprotsessi, loome selle põhjal vastavad mudelid ning hindame nende efektiivsust antud valimi peal.

Esimene, nimetame teda edaspidi *Baaskontroll*, on enamasti keskmiste ja väiksemate ettevõtete seas levinud kontrollimeetod. Mudel on lihtne:

$$Baaskontroll = \begin{cases} 0, & \text{kui Vanus} \geq 2 \text{ aastat ja } MV.hetkel4 = 0 \\ 1, & \text{muudel juhtudel} \end{cases}$$

Ettevõtte saab krediiti, ehk meie mõistes on maksejõuline, kui tal ei ole parajasti üleval maksuvõlga ning tema vanus on vähemalt 2 aastat. Muudel juhtudel krediiti ei saa, ehk on maksejõuetu.

Teine, nimetame teda edaspidi *Põhjalik*, on levinud enamasti keskmiste ja suuremate ettevõtete või ühingute, kellel krediitmüüki esineb tihti või on olnud kehvaid kogemusi, seas. Mudel on järgnev:

$$Põhjalik = \begin{cases} 0, & \text{kui } Aruanded2 = 0, MV.hetkel4 = 0, Eravõlad2 = 0, TJM.I.kv \geq 2000 \\ 1, & \text{muudel juhtudel} \end{cases}$$

Mõlemad mudelid info puudumisel järeldasid, et järelikult probleeme pole. Tabel 14 näitab mõlema mudeli ennustusvõimet.

	Baaskontroll		Põhjalik	
Tegelikkus/Proгноos	Tegutseb edasi	Maksejõuetu	Tegutseb edasi	Maksejõuetu
Tegutseb edasi	39 832	11 410	7 005	44 237
Maksejõuetu	4 579	1 317	62	5 834
Tundlikkus	22,4%		98,9%	
Spetsiifilisus	77,7%		13,7%	

Tabel 14. Baaskontrolli ja Põhjaliku mudeli spetsiifilisus ja tundlikkus

Tabelis välja toodud tulemusi vaadates torkab silma, et mudelid on justkui vastanduvad. *Baaskontroll* esineb võrdlemisi hästi maksejõulisi kliente ennustades ning *Põhjalik* maksejõuetuid prognoosides.

#### 4.4 Otsustuspuu

Eelnevas peatükis välja toodud mudelid võib ka väga lihtsustatud kujul klassifitseerida otsustuspudeks. Otsustuspuu on klassifitseerimismeetod, mis võimaldab olemasolevate andmete põhjal prognoosida, kas ühing muutub maksejõuetuks või mitte. Ta on mugav ja teinekord lihtsam alternatiiv logistilisele regressioonile, mis keerulisemate mudelite korral eeldab arvuti olemasolu. Otsustuspuu võimaldab rida küsimustele vastused saades väljastada, millisesse klassi uuritav tunnus paigutada. [15]

Otsustuspuu kirjeldamisel kasutatavad terminid:

- Otsustuspuu- puud meenutav diagramm, mis kujutab uuritava tunnuse klassifitseerimist. Puu koosneb juurest, otsustustippudest ja lehtedest. Puu ülesehitus on ülevalt alla, ehk algab juurest ja lõppeb lehtedega.
- Juurtipp (*root node*)- puu algus, sisaldades kogu valimit.
- Hargnemine, jagunemine (*split*) – klassifitseerimine, mille alusel jagatakse tipud kaheks või enamaks alamtipuks. Ehk millise tunnuse abil saame paremini uuritavat tunnust klassidesse paigutada.
- Otsustustipp (*decision node*)- puu tipp, mis näitab, millise tunnuse ja temale püstitatud reegli alusel loodi alamtipud. Teisisõnu esitab küsimuse, mille alusel puu jaguneb.
- Leht (*leaf*)- tipp, millel ei ole enam jagunemisi, ehk väljastab uuritava tunnuse klassi, vaatluste moodi. [15]

Otsustuspuu töötamise loogika on järgnev. Olgu meil uuritav tunnus *Maksejõuetu* klassidega 0 ja 1. Me tahame teada, millised valimis teised teadaolevad tunnused ja milliste kriteeriumite alusel (otsustustipud) aitavad meil suurima tõenäosusega ära arvata objekti uuritava tunnuse klassikuuluvuse (lehe). Selleks hakatakse puu juurest alla liikudes otsima puu igas tipus tunnust, mille puhul toimuks parim õpiandmete jagunemine (klassidesse eraldamine toimuks kõige täpsemalt) ja see oleks omakorda teiste tippudega võrreldes (tunnustega) parim [16].

Puu koostamise rekursiivne eeskiri:

- Kui puu tippu kuuluvad vaid ühe klassi esindajad, siis märkida tipp leheks ning varustada vastava klassitunnusega;

- Hinnata headuse mõõduga kõikvõimalikke tipu hargnemisi (split). Valida parim hargnemine ning formuleerida otsustustipp, ehk küsimus, mille alusel jagunemine teostada;
- Vastavalt valitud hargnemisele luua alamtipud, jaotada nende vahel tipu objektid. [16]

Puu jagunemisel kasutatakse selle headuse hindamiseks terminit puhtus või ebapuhtus. Tipu puhtus tähendab seda, kui hästi on vaatlused eraldatud klassidesse ja kui tõenäoline on, et objekt klassifitseeritakse valesti. Kui kõik elemendid kuuluvad ühte klassi, siis on tipp puhas. 0 tähendab, et kõik kuuluvad ühte klassi või eksisteerib ainult üks klass. 1 tähendab, et tunnused jaotatakse juhuslikult erinevatesse klassidesse ja 0,5, et jaotatakse võrdselt osadesse klassidesse. Ebapuhtuse vähendamiseks toimime otsustuspuu puhul järgnevalt:

- Igas tipus otsime küsimust, mille järgi õpiandmeid jagades tekivad võimalikult puhtad alamtipud.
- Skoorime kõikvõimalikud jagunemised iga tunnuse järgi (headuse mõõt). Antud mudeli loomisel kasutasime mõõduna Gini indeksit.

Gini indeksi valem:

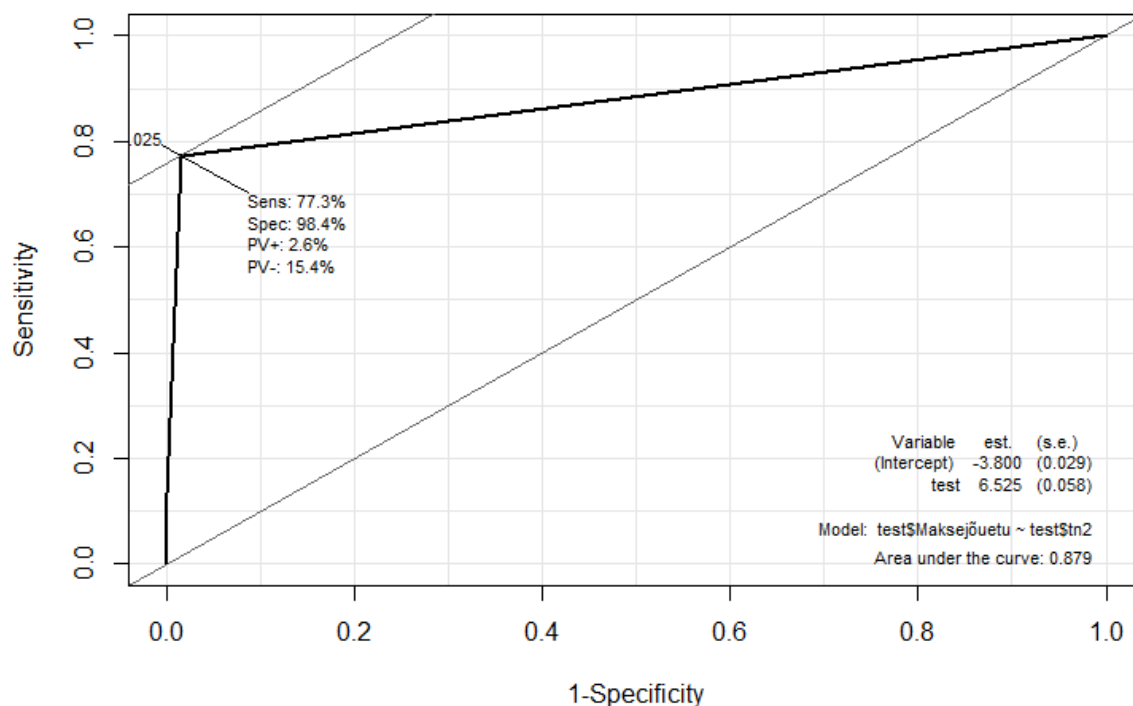
$$Gini(C) = 1 - \sum_{i=1}^n (p_i)^2,$$

kus  $C$  on õpiobjektide hulk,  $p_i$  on tõenäosus, et vaatlus klassifitseeritakse tunnuse vastavasse klassi. Jagunemine otsustatakse lähtuvalt sellest, millise tunnuse Gini indeks on kõige madalam. [16].

Otsustuspuu meetod võimaldab ka käesolevat valimit vaadates ülaltoodud algoritmitsükli teel ise leida sobivad tingimused ning annab meile võimaluse võrrelda, kui palju need erinevad ettevõtjate endi poolt kasutatavate otsustusprotsessidega. Genereerisime treeningandmestikul otsustuspuu, kasutades samu tunnuseid, mis logistilises regressioonmudelil. Saadud mudeli väljatrükk on lisas 5. Mudel tuli vaatamata sisendiks antud tunnuste rohkusele küllaltki väike.

Kokku on kolm peamist taset/tunnust, mis otsustavad vaadeldava ühingu maksejõuetuse: esitamata majandusaasta aruanded, seotud isiku roll ja registri staatus. Kui ettevõttel on esitamata 2 või rohkem aruannet, väljastab puu tulemuseks 1. Kui on vähem, siis kontrollitakse, milline on seotud isiku roll. Juhul, kui rolliks on „Likvideerija“, väljastatakse tulemuseks 1. Kui ei ole „Likvideerija“, siis kontrollitakse, mis on registri staatus. Kui staatuseks on registrisse kantud, väljastatakse tulemuseks 0, ülejäänud juhtudel 1.

Joonisel 13 on antud mudeli headuse hindamiseks testandmestikul joonistatud ROC-kõver. Tundlikkuseks saime 77.3% ja spetsiifilisuseks 98.4%.



Joonis 13. Otsustuspuu ROC-kõver

#### 4.5 Erinevate maksejõuetust prognoosivate mudelite võrdlus

Vaatleme kõigepealt tundlikkust ja spetsiifilisust iga meetodi puhul järgnevas tabelis.

	Logit:otsus		Baaskontroll: otsus		Põhjalik kontroll:otsus		Otsustuspuu:otsus	
Tegelikkus	Tegutseb edasi	Maksejõuetu	Tegutseb edasi	Maksejõuetu	Tegutseb edasi	Maksejõuetu	Tegutseb edasi	Maksejõuetu
Tegutseb edasi	49 526	1 735	39 832	11 410	7 005	44 237	50 433	828
Maksejõuetu	1 081	4 796	4 579	1 317	62	5 834	1 333	4 544
Tundlikkus	81,6%		22,4%		98,9%		77,3%	
Spetsiifilisus	96,6%		77,7%		13,7%		98,4%	

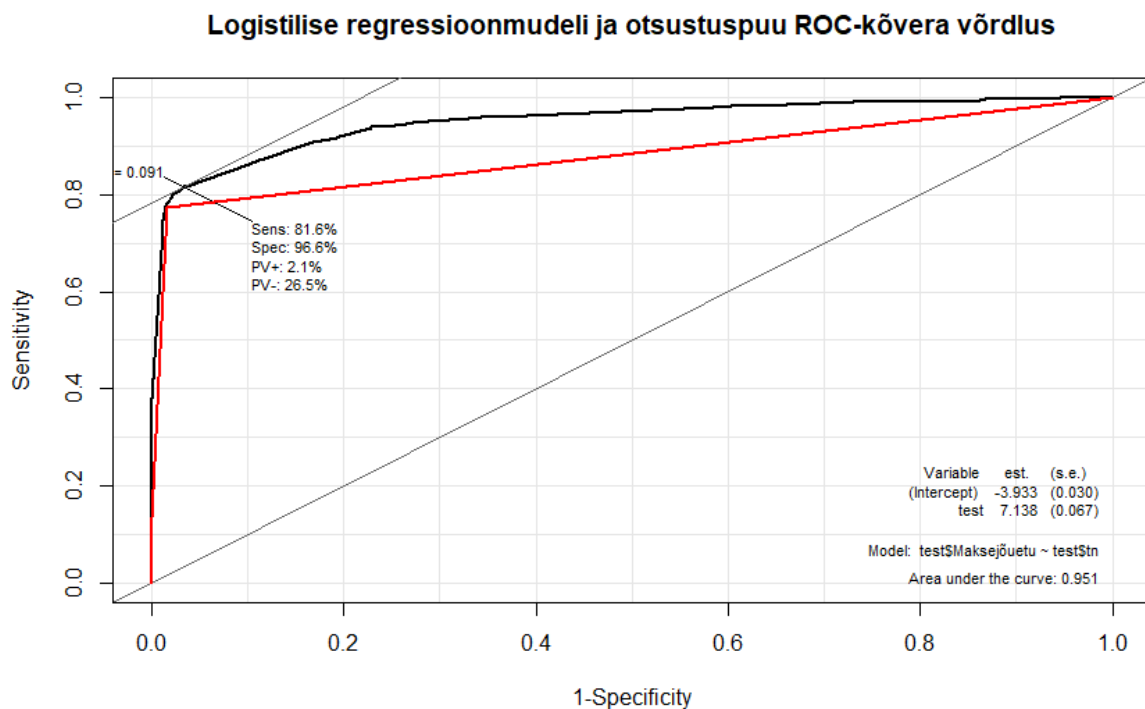
Tabel 15. Tundlikkus ja spetsiifilisus erinevaet mudeli puhul

Baaskontrolli kasutamisel müüakse keskmiselt 77% juhtudest ettevõtetele, kes meie mõistes on aasta pärast maksejõuetud ja ligikaudu 22,3% tehingutest jäetakse tegemata firmadega, kes tegelikult osutusid maksejõulisteks. Põhjaliku kontrolli tegemisel tehakse ligikaudu ühel korral sajast tehing ettevõttega, kes aasta pärast maksejõuetu, kuid samaaegselt jäetakse 86%-l kordadest



krediitmüük tegemata, kuigi firma on alles ka aasta pärast. Logistilise regressioonimudeli puhul siis 18,4% tehingutest tehakse firmadega, kes aasta pärast maksejõuetud ja 3,4% juhtudest jäetakse tehing tegemata, kuigi oleks võinud. Otsustuspuu mudelil on võrreldes logit-mudeliga veidi madalam tundlikkus, kuid see-eest kõrgem spetsiifilisus.

Võrdleme logistilise regressioonimudeli ja otsustuspuu ROC-kõveraid omavahel joonisel 14. Punase joonega on tähistatud otsustuspuu ja musta jooniga logit-mudeli kõver. Näeme, et logistilise regressioonimudeli kõveraalune pindala on suurem ja kattub või ületab kõikides punktides otsustuspuu kõverat. See tähendab, et me saame sama tundlikkuse või spetsiifilisuse fikseerimisel ikkagi üldjoontes parema tulemuse logit-mudeliga. Kuid vahe ei ole suur ja teatud juhtudel võib olla mudeli lõppkasutajal olla mõistlikum valida otsustuspuu, näiteks kui eesmärgiks on kiirus, lihtsus ja seeläbi aja, ressursi kokkuhoid.



*Joonis 14. Logistilise regressioonimudeli ja otsustuspuu ROC-kõvera võrdlus*

Tulles tagasi eeltoodud tabel 15 juurde, siis selgelt on näha, et põhjalik kontroll annab konservatiivsuse seisukohalt kõige paremaid tulemusi. Kuid liiga palju öeldakse ka „Ei“ ettevõtetele, kes tegelikult aasta pärast on veel toimivad. Juhul, kui klient on valmis ja soovib osta ka siis, kui krediidi alusel ei saa, pole liigne konservatiivsus suur probleem. Selline olukord on tavaliselt valdkondades, kus konkurents turul pole suur, klientidel on võimekus osta ka ettemaksuga või pakutav toode/teenus on piisavalt väärtuslik, et kaalub kliendi jaoks üles paindlikumatest maksetingimustest saadava likviidsuse.

Siinkohal tuleb muidugi rõhutada, et meie definitsioon maksejõuetusest ei pruugi tähendada seda, et kui ettevõtte aasta pärast veel ametlikult toimetab, siis on ta ka päriselt maksejõuline. Sellest johtuvalt, katsetame, kui palju logistiline regressioonimudel jätab tehinguid tegemata, kui eesmärgiks on võimalikult riskivabad tehingud. Tabelis 16 vaatame logit-mudeli võimekust ennustada õigesti maksejõulisi firmasid, vaadeldes kõrge tundlikkuse korral spetsiifilisut. Võtame eksimisvõimaluseks kuni 5%.

<i>Logit-mudel</i>	Tõenäosus lugeda maksejõuetu firma maksejõuliseks				
	$p<0,01$	$p<0,02$	$p<0,03$	$p<0,04$	$p<0,05$
Otsustuspiir*	0,0041	0,0084	0,0116	0,0128	0,023
Tundlikkus	99,0%	98,1%	97,6%	96,1%	95,0%
Spetsiifilisus	28,3%	40,4%	44,6%	64,7%	71,2%

*Tabel 16. Logit mudeli tundlikkus ja spetsiifilisus erinevate otsustuspiiride korral*

\*Otsustuspiir- kui mudeli põhjal hinnatud maksejõuetuse tõenäosus suurem kui otsustuspiir, siis ütleme, et ettevõtte muutub maksejõuetuks.

Tabelist on näha, et kui vea määraks võtta 5%, saab veel täiesti arvestatava spetsiifilisuse. Kui võtta eesmärgiks saavutada 99% tundlikkus, ehk parem kui tabelis 15 toodud *Põhjalik* mudeli korral, siis antud juhul saame eelnimetatuga võrreldes siiski kaks korda kõrgema spetsiifilisuse. Krediidi juhtimises ja maksejõuetuse hindamisel ei ole tihtipeale oluline mitte lihtsalt toimiva mudeli olemasolu, vaid see, milline konservatiivsus valida, et ettevõtte kokkuvõttes saavutaks parima tulemuse. Kui tundlikkus maksimeerida, kuid seeläbi jäävad paljud tehingud tegemata, kuna klient keeldub ettemaksu alusel ostmisest ja läheb mujale, siis pole mudel kokkuvõttes kasulik.

Proovime kahe lihtsustatud näidiskaasuse põhjal tehtud arvutuskäiguga näidata, kuidas antud neli mudelit oleks kokkuvõttes firmale kasumit teeninud. Oletame, et meil on ettevõtte, kes müüb kõikidele testandmestikus olevatele firmadele ning neid ühinguid iseloomustavate tunnuste väärtused on krediidi otsuse tegemise ajal samad, mis praeguses andmestikus. Tehingu summa fikseerime ära ja see on 100 eurot, müügikate seejuures 20%, ehk 20 eurot. Näidiskaasus 1 eeldab, et kui klient krediidi alusel tehingut teha ei saa, siis kolmel juhul kümnest läheb ta mujale ostma ja näidiskaasus 2 puhul lähevad kõik antud olukorras ära, et teha tehing mujal.

Tabelis 17 on ära toodud näidiskaasus 1 põhjal ettevõtte teenitud tulu erinevate mudelite korral. Rida 1 „Tegutseb/Tegutseb“ näitab teenitud katet kõikide firmade peale kokku, kus me prognoosisime õigesti, et firma on tulevikus maksejõuline ja saime krediiti andes rahad tagasi.

Rida 2 „Tegutseb/MJ.ostab“ näitab teenitud katet kõikide firmade peale kokku, kus me keeldusime krediitmüügist, kuigi tegemist oli maksejõuliste klientidega ja nad oleksid ikkagi ära maksnud, kuid meie õnneks ostsid nad meilt ettemaksuga. Rida 3 „Tegutseb/MJ.eiosta“ näitab saamata jäänud müügikatet ettevõtete puhul, kes krediiti mitte saades läksid mujale. Rida 4 „MJ/Tegutseb“ näitab maha kantud summat klientide puhul, kellele andsime krediiti, kuid kes jäid maksejõuetuks ja seeläbi jäime rahadest ilma. Rida „Koondkate“ tähendab teenitud katete summat, millest on maha lahutatud mahakantud tehingute summa.

Tegelikkus/proгноos erinevate mudelite korral	Logit	Baaskontroll	Põhjalik	Otsustuspuu
Tegutseb/Tegutseb	990 520 €	796 640 €	140 100 €	1 008 660 €
Tegutseb/MJ.ostab	24 290 €	159 740 €	619 318 €	11 592 €
Tegutseb/MJ.eiosta	10 410 €	68 460 €	265 422 €	4 968 €
MJ/Tegutseb	-108 100 €	-457 900 €	-6 200 €	-133 300 €
<b>KoondKate</b>	<b>906 710 €</b>	<b>498 480 €</b>	<b>753 218 €</b>	<b>886 952 €</b>

*Tabel 17. Näidiskaasus 1. Firma teenistus eurodes erinevate mudelite korral*

Tabel 17 näitab ära, et näidiskaasus 1 korral esineb kõige paremini logistiline regressioonimudel ja mahakantavate nõuete summa kogu teenitud kattest moodustab antud juhul 10,6%. Otsustuspuu korral on see 13,1% ja kokku on teenitud katet vähem ligikaudu 40 000€. *Põhjalik* ja *Baaskontroll* meetodid jäävad teenitud koondkatte osas märkimisväärselt eespool mainitust alla poole. Tabelis 18 näeme näidiskaasus 2 põhjal, et siin on logit-mudeli ja otsustuspuu vaheline vahe oluliselt väiksem. Kui ettevõtte jaoks on oluline mudeli lihtne rakendatavus ja sellest tulenevalt on ühingul võimalik administratiivkuludel kokku hoida või krediidiotsuste kiirema vastuvõtmise tõttu rohkem kliente teenindada, siis on mõistlik ka otsustuspuu valida. Näidiskaasus 2 puhul, kui konkurents on turul halastamatu ja oht kliendist ilma jääda suur, siis õigustab end antud näite puhul *Baaskontroll* ja *Põhjalik* saavutab kõige madalama teenitud katte.

Tegelikkus/proгноos erinevate mudelite korral	Logit	Baaskontroll	Põhjalik	Otsustuspuu
Tegutseb/Tegutseb	990 520 €	796 640 €	140 100 €	1 008 660 €
Tegutseb/MJ.eiosta	34 700 €	228 200 €	884 740 €	16 560 €
MJ/Tegutseb	108 100 €	457 900 €	6 200 €	133 300 €
<b>KoondKate</b>	<b>882 420 €</b>	<b>338 740 €</b>	<b>133 900 €</b>	<b>875 360 €</b>

*Tabel 18. Näidiskaasus2. Firma teenistus eurodes erinevate mudelite korral*

Ülaltoodud kaks näidiskaasust andsid loodetavasti tunnetuse, et parima mudeli valikul sõltub paljuski krediidi andja valdkonnast ja ärimudelist. Väga lihtsustatult kujul, kui me suudame ära hinnata, kui suur osa klientidest krediiti mitte saades võib konkurendi juurde minna, siis saame ka

arvutada välja, millise mudeliga on meil võimalus tõenäoliselt teenida kõige rohkem. Selge on see, et siin tuleks ka parema tulemuse põhjal arvesse võtta erinevate tehingu summade puhul kliendi profiili ja käitumist (mis on tõenäosus, et keskmisest suuremad ettevõtted muutuvad maksejõuetuks ja kui suur on šanss, et nad on kallimate ostude puhul üldse valmis ettemaksu alusel ostma) . Samuti, annab siin logistilise regressioonmudeli puhul otsustuspiiriga mängides katsuda veel paremat tulemust saada, näiteks 90,6% tundlikkuse ja 83,6% spetsiifilisuse korral oleks teenitud kate näidiskaasus 1 puhul 919 535€.

## KOKKUVÕTE

Antud töös uuriti Inforegister.ee andmebaasi põhjal Eesti ettevõtluskeskkonda aastatel 2015-2016, selgitamaks välja olulisemad tunnused, mis mõjutavad juriidilise isiku jätkusuutlikkust. Töö eesmärgiks oli seejärel antud andmestiku põhjal leida parim juriidilise isiku maksejõuetuks muutumist prognoosiv mudel.

Töö esimeses osas tutvustati kõigepealt Inforegister.ee andmebaasi andmestikku ja kirjeldati, mille alusel hindame isiku maksejõuetuks muutumist ning mis on turu tendentsid üldiselt. Seejärel vaadeldi üksikhaaval baasi olulisemaid tunnuseid ning hinnati nende mõju firma jätkusuutlikkusele. Analüüsi käigus selgus, et ühingu maksejõuetus on tugevalt mõjutatud majandusaastaruannete esitamata jätmisest, juhatuse liikme rollist ja ettevõtte staatusest ning maksuvõlgnevused või finantsnäitajad omavad väiksemat mõju. Põhjus võib olla selles, et lõviosa registrisse kantud firmadest on täna Eestis kas mikroettevõtted või tühjalts seisvad juriidilised kehad, kelle tegevuse kohta on vähe infot saadaval. Samuti, on enamik maksejõuetuks muutumistest ettevõtete sundkustutamised tegevuse puudumise ja aruannete mitteesitamise tõttu. Kui ettevõtte ei tegutse ja ta ei esita aruandeid, siis ta ka ei maksa makse ning tal enamasti puuduvad võlgnevused või finantsnäitajad, mida analüüsida.

Seetõttu esinevad töö teises osas loodud mudelid pigem paremini eelnimetatud firmade maksejõuetuks prognoosimisel, kui suuremate ühingute puhul, kes maksavad makse ja kellel aruanded esitatud, kuid muud näitajad nagu maksu- ja eravõlad annavad mõista raskustest. Töö jätkuks ja parema täpsuse saavutamiseks, oleks mõistlik edasi uurida firmade jagamist erinevatesse gruppidesse ja siis juba vastavatele gruppidele mudelite loomist.

Mudeli loomiseks kasutati erinevaid meetodeid nagu logistiline regressioon ja otsustuspuu meetod ning neid võrreldi ettevõtete seas kasutusel olevate krediidi juhtimismeetoditel põhinevate mudelitega. Parimaks mudeliks osutus logistiline regressioon. Lõplik mudel võtab riskiskoori arvutamisel arvesse juhatuse liikme rolli ja maineskoori, esitamata majandusaasta aruannete hulka, võlgnevusi riigile ja teistele ettevõtetele, makstud makse, registri staatust, ettevõtte õiguslikku vormi, kasumit, omakapitali ja puhaskäibekapitali.

Saadud mudeli spetsiifilisus on 96,6%, tundlikkus 81,6% piirväärtus  $p=0,091$  juures. Kõveraalne pindala on 0,951 ja Mcfadden'i kordaja 0,63. Kõik näitajad ja töö viimases osas tehtud praktiline ülesanne hindamaks mudeli tootlikkust kinnitavad, et mudel esineb antud andmestiku peal suhteliselt hästi.

## KASUTATUD KIRJANDUS

- [1] Eesti Võlausaldajate Liit. 2016. *Uuring maksejõuetuse tõttu tegevuse lõpetanud ettevõtete kohta*. Kasutatud 24.04.2020: <https://www.evul.ee/eesti-volausaldajate-liit-korraldas-koostoos-inforegister-ee-ga-pressikonverentsi-kus-avalikustati-2015-aastal-maksejouetuse-tottu-tegevuse-lopetanud-ettevotted/>
- [2] Karistusseadustik § 384. *Riigiteataja*. Kasutatud 27.04.2020: <https://www.riigiteataja.ee/akt/184411>
- [3] Äriseadustik § 60. *Riigiteataja*. Kasutatud 27.04.2020: <https://www.riigiteataja.ee/akt/28365>
- [4] Pankrotiseadus. *Riigiteataja*. Kasutatud 30.04.2020: <https://www.riigiteataja.ee/akt/PankrS>
- [5] Anspal, Sten; Kallaste, Ene; Niklus, Indrek; Järve, Janno. 2019. *Uuring: pankrotiseaduse ja teiste seaduste muutmise seaduse eelnõu võimalike muudatuste mõjude hindamine*. Kasutatud 30.04.2020: [https://www.just.ee/sites/www.just.ee/files/maksejouetuse\\_revisjon\\_-\\_mojuanalusi\\_koondraport\\_10.09.2019.pdf](https://www.just.ee/sites/www.just.ee/files/maksejouetuse_revisjon_-_mojuanalusi_koondraport_10.09.2019.pdf)
- [6] Creditinfo. 2009. Pressiteade: krediidireitingu alandamisest aruannete esitamata jätmisel. [Internet]. Kasutatud 17.05.2020: <https://www.creditinfo.ee/pressiteade-hilinemine-majandusaasta-aruande-esitamisega-vahendab-krediidisaamise-voimalusi/>
- [7] Riigihangete seadus §38 lõige 1. *Riigiteataja*. Kasutatud 05.05.2020: <https://www.riigiteataja.ee/akt/101072017001>
- [8] Käärrik, Ene. 2013. *Loengukonspekt: Andmeanalüüs II (MTMS.01.007)*. Tartu Ülikool.
- [9] Bohn, Manfred A. 2015, juuni. Assessment of description quality of models by information theoretical criteria based on Akaike and Schwarz-Bayes applied with stability data of energetic materials. In *Proceedings of the 46th International Annual Conference of ICT on "Energetic Materials—Performance, Safety and System Applications"*, Karlsruhe, Germany (lk. 23-26).
- [10] McFadden, Daniel. 1974. *Conditional logit analysis of qualitative choice behavior*. Berkeley California Ülikool.
- [11] Fawcett, Tom. 2005. *An introduction to ROC analysis*.
- [12] Äripäev. 01.04.2016. *Ilves-Extra kohal pankrotipilved*. Kasutatud 07.05.20: <https://www.aripaev.ee/uudised/2016/04/01/ilves-extra-kohal-pankrotipilved>

- [13] Äripäev. 13.05.2020. *Kohus kuulutas välja Ilves-Extra pankroti*. Kasutatud 07.05.20: <https://www.aripaev.ee/uudised/2016/05/13/kohus-kuulutas-valja-ilves-extra-pankroti>
- [14] Postimees. 05.01.2016. *Hiinlased ajasid Riisalu firma pankrotti*. Kasutatud 07.05.20: <https://majandus24.postimees.ee/3457075/hiinlased-ajasid-riisalu-firma-pankrotti>
- [15] Sullivan, William. 2017. *Machine Learning for beginners, algorithms, decision trees and random forest introduction*
- [16] Käärmann, Kristo. 2003. *Otsustuspuudega klassifitseerimine. Andmekavandamise uurimisseminar (MTAT.03.169)*. Tartu Ülikool

## LISAD

Lisa 1. Tunnuste *Vanus* ja *Maksejõuetu* sagedustabel

Vanus (aastates)/ staatus	0- maksejõuline	1- maksejõuetu	Kokku	Maksejõuetute osakaal
0	16 379	611	16 990	3.6%
1	18 399	552	18 951	2.9%
2	18 326	649	18 975	3.4%
3	15 140	2 863	18 003	15.9%
4	13 422	2 966	16 388	18.1%
5	20 978	2 202	23 180	9.5%
6	11 210	1 359	12 569	10.8%
7	8 235	1 200	9 435	12.7%
8	8 807	1 176	9 983	11.8%
9	7 827	1 085	8 912	12.2%
10	6 675	776	7 451	10.4%
11	5 852	685	6 537	10.5%
12	5 560	585	6 145	9.5%
13	6 253	605	6 858	8.8%
14	5 747	669	6 416	10.4%
15	6 506	747	7 253	10.3%
16	8 409	1 031	9 440	10.9%
17	11 680	2 141	13 821	15.5%
18	8 027	1 252	9 279	13.5%
19	1 524	249	1 773	14.0%
21	1	0	1	0.0%
45	1	0	1	0.0%

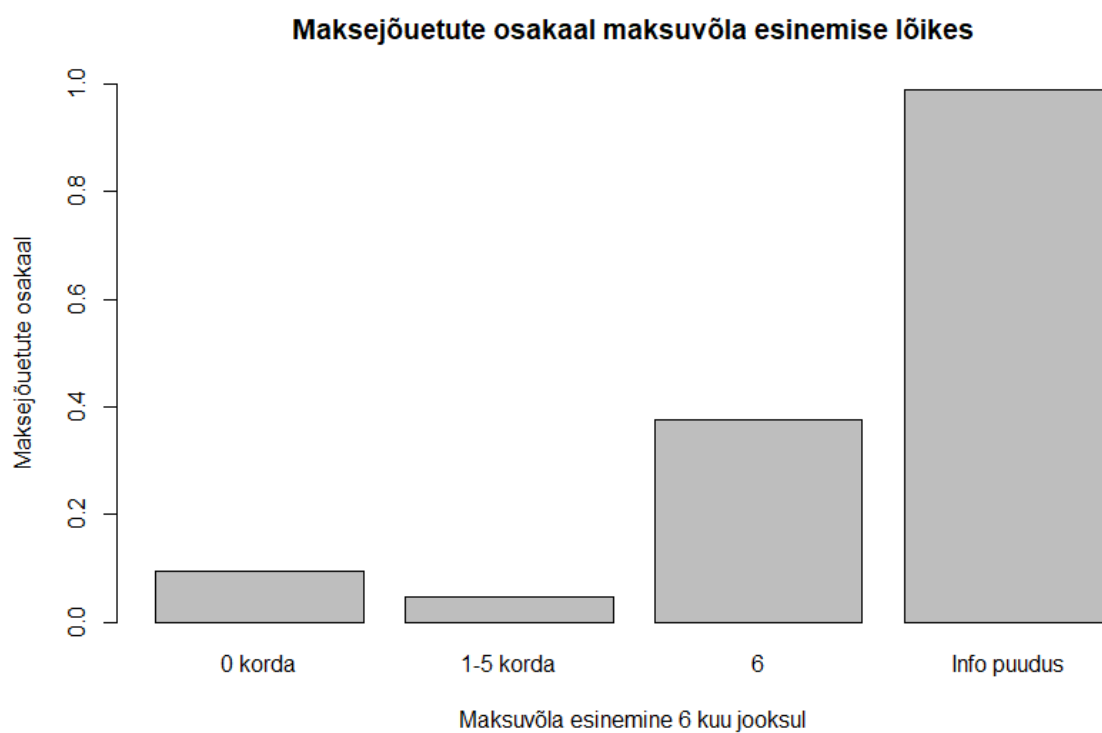
Lisa 2. Tunnuste *MV.hetkel2* ja *Maksejõuetu* sagedustabel

Maksejõuetu/ Maksuvõlg hetkel (eurodes)	Puudub	(0,1000]	(1000,10000]	(10000,100000]	(100000,Inf]	Info puudus
0- maksejõuline	193 032	6 941	3 701	1 170	109	2
1- maksejõuetu	19 037	1 478	1 435	987	250	216
Kokku ühinguid	212 069	8 419	5 136	2 157	359	218
Maksejõuetute osakaal	9.0%	17.6%	28.0%	45.6%	70.0%	99.1%



Lisa 3. Tunnuste *Maksejõuetu* ja *MV.6.kuud2* sagedustabel ja joonis

Maksejõuetu/MV 6 kuud	0 korda	1-5 korda	6 korda	Info puudus
0-maksejõuline	172553	26078	6325	2
1-maksejõuetu	18090	1294	3803	216
Kokku ühinguid	190643	27372	10128	218
Maksejõuetute osakaal	9.5%	4.7%	37.5%	99.1%



#### Lisa 4. R-väljatrükk logistilisele regressioonimudelile

```
> Model1<- glm(Maksejõuetu ~Omakapital2+Puhaskäibekapital2+Kasum2+Roll+Reg.Staatus+Vorm2 +VU.arv2+Aruanded2+RMkoond+Isikuskoor3+MV.vanus5+MV.hetkel2,family=binomial(link='logit'),data=treening) #logit
> summary(Model1)
```

Call:

```
glm(formula = Maksejõuetu ~ Omakapital2 + Puhaskäibekapital2 +
     Kasum2 + Roll + Reg.Staatus + Vorm2 + VU.arv2 + Aruanded2 +
     RMkoond + Isikuskoor3 + MV.vanus5 + MV.hetkel2, family = binomial(link =
     "logit"),
     data = treening)
```

Deviance Residuals:

```
      Min       1Q   Median       3Q      Max
-5.2098  -0.2190  -0.1500  -0.0885   3.8960
```

Coefficients: (3 not defined because of singularities)

	Estimate	Std. Error	z	value	Pr(> z )	
(Intercept)	3.18086	0.42378	7.506	6.10e-14	***	
Omakapital2Omakapital negatiivne	0.33434	0.26680	1.253	0.21016		
Omakapital2Omakapital positiivne	-0.36066	0.11586	-3.113	0.00185	**	
Puhaskäibekapital2Negatiivne	0.36311	0.17690	2.053	0.04010	*	
Puhaskäibekapital2Positiivne	NA	NA	NA	NA		
Kasum2Negatiivne	0.71248	0.15752	4.523	6.10e-06	***	
Kasum2Positiivne	NA	NA	NA	NA		
RollJuhatuse liige	-1.09579	0.23194	-4.725	2.31e-06	***	
RollLikvideeriija	5.97596	0.29571	20.209	< 2e-16	***	
RollMenetlusdok	0.15662	0.41297	0.379	0.70450		
RollMuu isik	-1.71981	0.41271	-4.167	3.09e-05	***	
RollOsanik	-3.98939	0.30434	-13.108	< 2e-16	***	
RollRoll puudub	-0.33787	0.19655	-1.719	0.08561	.	
Reg.StaatusPankrotis	3.35449	1.05033	3.194	0.00140	**	
Reg.StaatusRegistrisse kantud	-5.30085	0.28354	-18.695	< 2e-16	***	
Vorm2EMÜ	-7.88460	81.34687	-0.097	0.92279		
Vorm2FIE	-0.27896	0.28393	-0.982	0.32585		
Vorm2Fil	1.27078	0.45171	2.813	0.00490	**	
Vorm2KÜ	-2.82608	0.37769	-7.483	7.29e-14	***	
Vorm2MTÜ	1.04442	0.17146	6.091	1.12e-09	***	
Vorm2OÜ	-0.77702	0.16650	-4.667	3.06e-06	***	
Vorm2SA	1.14761	0.25059	4.580	4.66e-06	***	
Vorm2TÜ	2.25259	0.29056	7.753	9.00e-15	***	
Vorm2TÜH	-1.37360	0.45558	-3.015	0.00257	**	
Vorm2UÜ	1.36772	0.27640	4.948	7.48e-07	***	
VU.arv22	-0.08886	0.22089	-0.402	0.68749		
VU.arv23+	-0.03265	0.31304	-0.104	0.91695		
VU.arv2Info puudub	-0.34590	0.13191	-2.622	0.00874	**	
Aruanded21	-0.54551	0.10686	-5.105	3.31e-07	***	
Aruanded22+	4.58273	0.06111	74.993	< 2e-16	***	
RMkoondMaksis Ä%hel	-0.57354	0.04602	-12.463	< 2e-16	***	
RMkoondMaksis mõlemad	-1.09718	0.05935	-18.486	< 2e-16	***	
Isikuskoor3(-1e+03,-500]	0.89239	0.09792	9.114	< 2e-16	***	
Isikuskoor3(-500,-100]	0.34634	0.11082	3.125	0.00178	**	
Isikuskoor3(-Inf,-1e+03]	0.95427	0.09300	10.262	< 2e-16	***	
Isikuskoor3(0, Inf]	-0.10413	0.08300	-1.255	0.20958		
Isikuskoor3Info puudub	0.31259	0.09786	3.194	0.00140	**	
MV.vanus5(0,60]	0.91701	2.63187	0.348	0.72752		
MV.vanus5(60,180]	1.43780	2.63155	0.546	0.58481		
MV.vanus5(180,360]	1.62662	2.63381	0.618	0.53684		
MV.vanus5(360,1080]	0.94458	2.63193	0.359	0.71967		
MV.vanus51080+	0.84522	2.63191	0.321	0.74810		
MV.vanus5Info puudub	7.77215	0.73131	10.628	< 2e-16	***	
MV.hetkel2(0,1e+03]	-0.71028	2.63053	-0.270	0.78715		
MV.hetkel2(1e+03,1e+04]	-0.51430	2.63189	-0.195	0.84507		
MV.hetkel2(1e+04,1e+05]	-1.12611	2.63287	-0.428	0.66886		
MV.hetkel2(1e+05, Inf]	-1.34285	2.64145	-0.508	0.61119		
MV.hetkel2Info puudub	NA	NA	NA	NA		

```

---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for binomial family taken to be 1)

    Null deviance: 113087  on 171222  degrees of freedom
Residual deviance:  41280  on 171178  degrees of freedom
AIC: 41370

Number of Fisher Scoring iterations: 10

> Mudel2=step(Mudel1)
Start:  AIC=41370.41
Maksejõuetu ~ Omakapital2 + Puhaskäibekapital2 + Kasum2 + Roll +
  Reg.Staatus + Vorm2 + VU.arv2 + Aruanded2 + RMkoond + Isikuskoor3 +
  MV.vanus5 + MV.hetkel2

              Df Deviance   AIC
<none>                41280 41370
- Puhaskäibekapital2    1    41284 41372
- VU.arv2                3    41290 41374
- Omakapital2           1    41289 41377
- Kasum2                 1    41300 41388
- MV.hetkel2            4    41315 41397
- MV.vanus5             5    41321 41401
- Isikuskoor3           5    41632 41712
- RMkoond                2    41772 41858
- Reg.Staatus            2    42536 42622
- Vorm2                 10    42936 43006
- Roll                   6    44824 44902
- Aruanded2              2    53734 53820
> pr2(Mudel1)
fitting null model for pseudo-r2
              llh          llhNull              G2              McFadden              r2ML
r2CU
-2.064020e+04 -5.654345e+04  7.180649e+04  6.349674e-01  3.425418e-01  7.0862
52e-01

```

## Lisa 5. Otsustuspuu mudeli R-väljatrükk

```

> #PUU treeningandmestikule
> puu_mudel1 = rpart(factor(Maksejõuetu) ~Omakapital2+Puhaskäibekapital2+Kasum2+Roll+Reg.Staatus+Vorm2 +VU.arv2+Aruanded2+RMkoond+Isikuskoor3+MV.vanus5+MV.hetkel2, data = treening)
> puu_mudel1 #väljastab puu

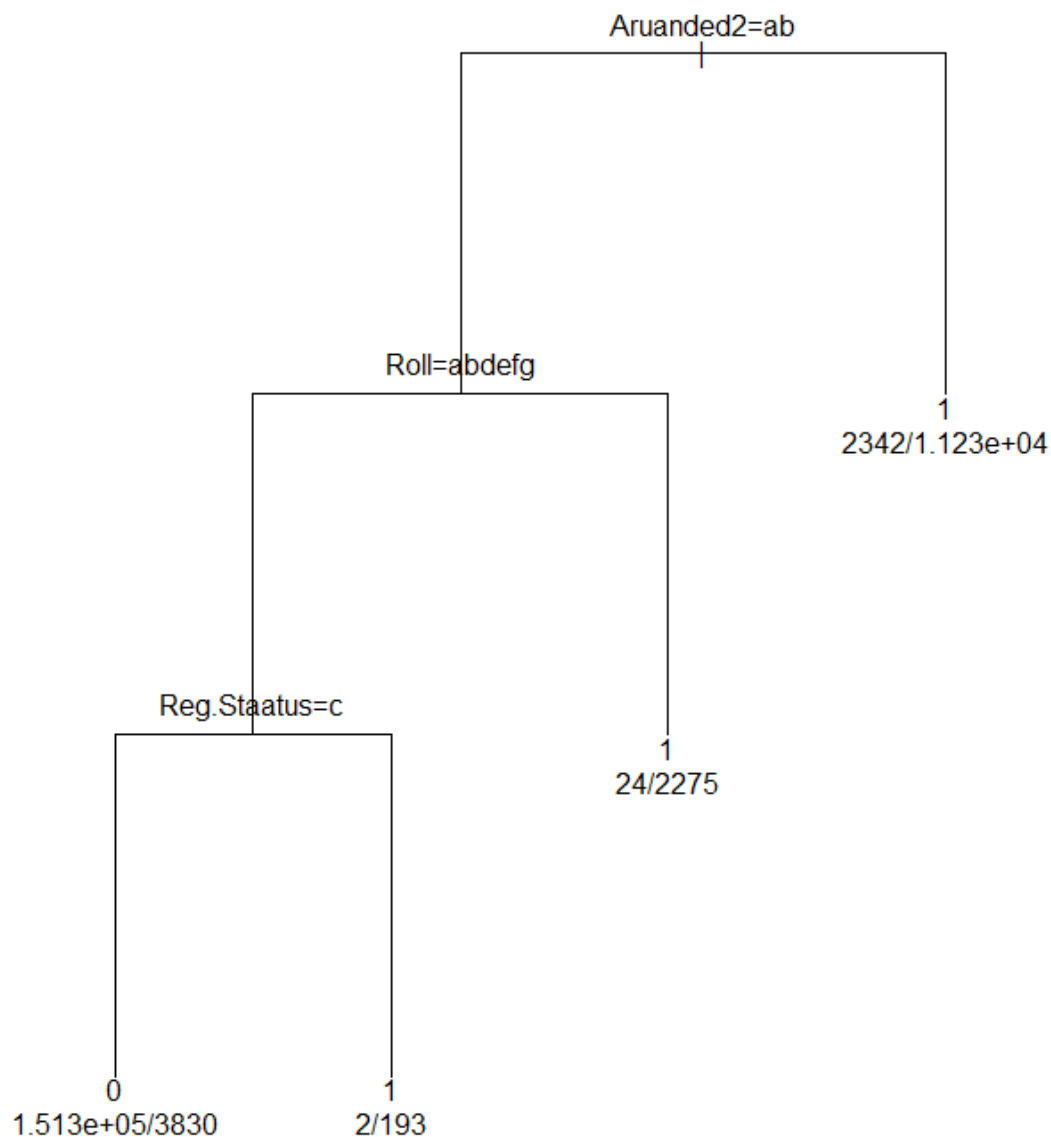
n= 171223

node), split, n, loss, yval, (yprob)
* denotes terminal node

1) root 171223 17526 0 (0.89764226 0.10235774)
  2) Aruanded2=0,1 157653 6298 0 (0.96005151 0.03994849)
    4) Roll=FIE,Juhatuse liige,Menetlusdok,Muu isik,Osanik,Roll puudub 155354
    4023 0 (0.97410430 0.02589570)
      8) Reg.Staatus=Registrisse kantud 155159 3830 0 (0.97531564 0.02468436)
      ) *
        9) Reg.Staatus=Likvideerimisel,Pankrotis 195 2 1 (0.01025641 0.9897
        4359) *
          5) Roll=Likvideerija 2299 24 1 (0.01043932 0.98956068) *
          3) Aruanded2=2+ 13570 2342 1 (0.17258659 0.82741341) *

```

```
> plot(puu_mudel1,uniform=TRUE)
> text(puu_mudel1, use.n = TRUE,xpd=NA)
```



```
> summary(puu_mudel1)
Call:
rpart(formula = factor(Maksejõuetu) ~ Omakapital2 + Puhaskäibekapital2 +
  Kasum2 + Roll + Reg.Staatus + Vorm2 + VU.arv2 + Aruanded2 +
  RMkoond + Isikuskoor3 + MV.vanus5 + MV.hetkel2, data = treening)
n= 171223
```

	CP	nsplit	rel error	xerror	xstd
1	0.50701814	0	1.0000000	1.0000000	0.007156658
2	0.12843775	1	0.4929819	0.4929819	0.005168096
3	0.01089809	2	0.3645441	0.3645441	0.004474824
4	0.01000000	3	0.3536460	0.3536460	0.004409982

```
variable importance
  Aruanded2      Roll  Reg.Staatus  MV.vanus5  MV.hetkel2
        55         20         20         4         1
```

Lisa 6. Kasutatud andmestiku näide

Regnr	Ühingu.nimi				Reg.Staatus	Vorm	
1					Registrisse kantud	Äriühing	
2					Registrisse kantud	Äriühing	
3					Registrisse kantud	Äriühing	
4					FIE Registrisse kantud	Äriühing	
5					Registrisse kantud	Äriühing	
6					Registrisse kantud	Äriühing	
	Vorm2	Reg.aeg	Vanuspäev	Vanus	EVscore	Maksejõuetu	
1	AS	34956	7200	19	16324	0	
2	OÜ	34956	7200	19	679	0	
3	FIE	34962	7194	19	200	0	
4	FIE	35000	7156	19	220	0	
5	TÜ	34969	7187	19	301	0	
6	FIE	34968	7188	19	200	0	
	REG.STAT.TULEVIK			Min.skooriga.IK	Juhi.nimi	Roll	
1	Registrisse kantud			37001140220	Vahur Annsoo	Juhatuse liige	
2	Registrisse kantud			34307070267	Rein Pöder	Juhatuse liige	
3	Registrisse kantud			<NA>	<NA>	FIE	
4	Registrisse kantud			<NA>	<NA>	FIE	
5	Registrisse kantud			33505080213	Uno Orasmäe	Osanik	
6	Registrisse kantud			<NA>	<NA>	FIE	
	Isikuskoor	Aruanded	MV.6.kuud	MV.hetkel	MV.vanus	Eravõlad	VU.arv
1	14306	0	0	0	0	NA	NA
2	709	0	0	0	0	NA	NA
3	NA	0	0	0	0	NA	NA
4	183	0	0	0	0	NA	NA
5	301	0	0	0	0	NA	NA
6	NA	0	0	0	0	NA	NA
	RM.IV.kv	RM.I.kv	TJM.IV.kv	TJM.I.kv	Käive	Kasum	Omakapital
1	418181.10	402819.00	453417.23	432744.00	52412707	896518	9608130
2	8368.99	8191.00	8315.29	7150.00	188577	9968	164971
3	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	NA	NA
4	0.00	351.45	0.00	351.45	NA	NA	NA
5	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	NA	NA
6	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	NA	NA
	Käibevara	Põhivara	Lühiajalised.kohustsused		Pikaajalised		
1	11255935	4979392			4650919	1976278	
2	238676	0			73705	0	
3	NA	NA			NA	NA	
4	NA	NA			NA	NA	
5	NA	NA			NA	NA	
6	NA	NA			NA	NA	
	Puhaskäibekapital	Aruanded2	MV.hetkel2	MV.hetkel3	MV.hetkel4		
1	6605016	0	(-Inf,0]	(-Inf,0]	(-Inf,0]		
2	164971	0	(-Inf,0]	(-Inf,0]	(-Inf,0]		
3	NA	0	(-Inf,0]	(-Inf,0]	(-Inf,0]		
4	NA	0	(-Inf,0]	(-Inf,0]	(-Inf,0]		
5	NA	0	(-Inf,0]	(-Inf,0]	(-Inf,0]		
6	NA	0	(-Inf,0]	(-Inf,0]	(-Inf,0]		
	MV.vanus2	MV.vanus3	MV.vanus5	MV.6.kuud2	EVscore2		
1	võlg puudus	võlg puudus	võlg puudus	0	(2e+03, Inf]		
2	võlg puudus	võlg puudus	võlg puudus	0	(500,2e+03]		
3	võlg puudus	võlg puudus	võlg puudus	0	(100,500]		
4	võlg puudus	võlg puudus	võlg puudus	0	(100,500]		
5	võlg puudus	võlg puudus	võlg puudus	0	(100,500]		
6	võlg puudus	võlg puudus	võlg puudus	0	(100,500]		
	EVscore3	Isikuskoor2	Isikuskoor3	TJMklass	TJMkoond		
1	(0, Inf]	(1e+04, Inf]	(0, Inf]	(18000,Inf)	Maksis mõlemad		
2	(0, Inf]	(300,1e+03]	(0, Inf]	(6000,18000]	Maksis mõlemad		
3	(0, Inf]	<NA>	Info puudub	ei maksnud	Ei maksnud Ääldse		
4	(0, Inf]	(30,300]	(0, Inf]	(0,400]	Maksis Äähe		
5	(0, Inf]	(300,1e+03]	(0, Inf]	ei maksnud	Ei maksnud Ääldse		
6	(0, Inf]	<NA>	Info puudub	ei maksnud	Ei maksnud Ääldse		
	RMklass	RMkoond	Maksudkoond				
1	(5000,inf)	Maksis mõlemad	Maksis kõik				
2	(5000,inf)	Maksis mõlemad	Maksis kõik				

	ei maksnud	Ei maksnud	Ä%ldse	Ei maksnud	Ä%ldse
3	(0,1000]	Maksis	Ä%hel	Maksis	Ä%hel
4	ei maksnud	Ei maksnud	Ä%ldse	Ei maksnud	Ä%ldse
5	ei maksnud	Ei maksnud	Ä%ldse	Ei maksnud	Ä%ldse
6	ei maksnud	Ei maksnud	Ä%ldse	Ei maksnud	Ä%ldse

	Omakapital2	Puhaskäibekapital2	Kasum2	VU.arv2
1	Omakapital	positiivne	Positiivne	Positiivne
2	Omakapital	positiivne	Positiivne	Positiivne
3		Info puudub	Info puudub	Info puudub
4		Info puudub	Info puudub	Info puudub
5		Info puudub	Info puudub	Info puudub
6		Info puudub	Info puudub	Info puudub

	Eravõlad2	MV.6kuud2	MV.6.kuud3	MV.6.kuud3	MV.6.kuud4	MV.6kuud4
1	Info puudub	<NA>	0 korda	<NA>	0 korda	<NA>
2	Info puudub	<NA>	0 korda	<NA>	0 korda	<NA>
3	Info puudub	<NA>	0 korda	<NA>	0 korda	<NA>
4	Info puudub	<NA>	0 korda	<NA>	0 korda	<NA>
5	Info puudub	<NA>	0 korda	<NA>	0 korda	<NA>
6	Info puudub	<NA>	0 korda	<NA>	0 korda	<NA>

## Lisa 7. Kasutatud koodi näide

```
#INSTALLIME PACKAGED, MIDA TÖÖS KASUTAME
```

```
install.packages("pscl")
```

```
install.packages("Epi")
```

```
install.packages("ggplot2")
```

```
install.packages(rpart)
```

```
library(ggplot2)
```

```
library(rpart)
```

```
library(pscl)
```

```
library(Epi)
```

```
#Loeme sisse andmestiku
```

```
data=read.csv("C://users//silve//Documents//Diplomitöö//andmestik.csv", sep=";", dec=".",
  header=T, na.strings=c("", "#N/A", "#VALUE!"))
```

```
summary(data)
```

```
#LOOME MUDELIS KASUTATAVAD TUNNUSED
```

```
data$Vorm2[data$Vorm2=="Füüsilisest isikust ettevõtja"]="FIE"
```

```
data$Vorm2[data$Vorm2=="Aktsiaselts"]="AS"
```

```
data$Vorm2[data$Vorm2=="Korteriühistu"]="KÜ"
```

```
data$Vorm2[data$Vorm2=="Muu MTÜ"]="MTÜ"
```

```
data$Vorm2[data$Vorm2=="Tulundusühistu"]="TüH"
```

```
data$Vorm2[data$Vorm2=="Osaühing"]="OÜ"
```

```
data$Vorm2[data$Vorm2=="Sihtasutus"]="SA"
```

```
data$Vorm2[data$Vorm2=="Täisühing"]="TÜ"
```

```
data$Vorm2[data$Vorm2=="Usaldusühing"]="UÜ"
```

```
data$Vorm2[data$Vorm2=="Välismaa äriühingu Eesti filiaal"]="Fil"
```

```
data$Vorm2[data$Vorm2=="Euroopa Majandusühing"]="EMÜ"
```

```
data$Aruanded2=data$Aruanded
```

```
data$Aruanded2[data$Aruanded== 1]<-"1"
```

```
data$Aruanded2[data$Aruanded>=2]<-"2+"
```

```
data$MV.hetkel2=cut(data$MV.hetkel, breaks=c(-Inf,0, 1000, 10000,100000, Inf))
```

```
data$MV.hetkel2=as.character(data$MV.hetkel2)
```

```
data$MV.hetkel2[is.na(data$MV.hetkel2)]= "Info puudub"
```

```

data$MV.vanus2=cut(data$MV.vanus, breaks=c(-Inf,0, 14, 21, 30, 60, 90, Inf),
  labels=c("Võlg puudus","(0,14]","(14,21]","(21,30]","(30,60]","(60,90]","91+")")
data$MV.vanus3=as.character(data$MV.vanus2)
data$MV.vanus3[is.na(data$MV.vanus2)]= "Info puudub"
table(data$Maksejõuetu,data$MV.vanus3)
data$MV.vanus3=factor(data$MV.vanus3,
  levels=c("Võlg puudus","(0,14]","(14,21]","(21,30]","(30,60]","(60,90]","91+","Info puudub"))
data$MV.vanus5=cut(data$MV.vanus, breaks=c(-Inf,0, 60, 180,360,1080,Inf),
  labels=c("Võlg puudus","(0,60]","(60,180]","(180,360]","(360,1080]","1080+")")
data$MV.vanus5=as.character(data$MV.vanus5)
data$MV.vanus5[is.na(data$MV.vanus5)]= "Info puudub"
data$MV.vanus5=factor(data$MV.vanus5,
  levels=c("Võlg puudus","(0,60]","(60,180]","(180,360]","(360,1080]","1080+","Info puudub"))
data$MV.6.kuud2=data$MV.6.kuud
data$MV.6.kuud2[data$MV.6.kuud>0&data$MV.6.kuud<6]<-"1-5 korda"
data$MV.6.kuud2[data$MV.6.kuud==0]<-"0 korda"
data$MV.6.kuud2[data$MV.6.kuud==6]<-"6 korda"
data$Isikuskoor2=cut(data$Isikuskoor, breaks=c(-Inf,-10000, -500, 0,30,300,1000,10000,Inf))
data$Isikuskoor3=as.character(cut(data$Isikuskoor, breaks=c(-Inf,-1000,-500,-100,0,Inf)))
data$Isikuskoor3[is.na(data$Isikuskoor3)]<-"Info puudub"
data$TJMklass=data$TJM.I.kv
data$TJMklass[data$TJM.I.kv==0]<-"ei maksnud"
data$TJMklass[data$TJM.I.kv>0&data$TJM.I.kv<400]<-"(0,400]"
data$TJMklass[data$TJM.I.kv>=400&data$TJM.I.kv<2000]<-"(400,2000]"
data$TJMklass[data$TJM.I.kv>=2000&data$TJM.I.kv<6000]<-"(2000,6000]"
data$TJMklass[data$TJM.I.kv>=6000&data$TJM.I.kv<18000]<-"(6000,18000]"
data$TJMklass[data$TJM.I.kv>=18000]<-"(18000,Inf)"
data$TJMkoond=data$TJM.I.kv
data$TJMkoond="Maksis ¼hel"
data$TJMkoond[data$TJM.I.kv>0&data$TJM.IV.kv>0]="Maksis mõlemad"
data$TJMkoond[data$TJM.I.kv==0&data$TJM.IV.kv==0]="Ei maksnud ¼ldse"
data$RMklass=data$RM.I.kv
data$RMklass[data$RM.I.kv==0]<-"ei maksnud"
data$RMklass[data$RM.I.kv>0&data$RM.I.kv<1000]<-"(0,1000]"
data$RMklass[data$RM.I.kv>=1000&data$RM.I.kv<2000]<-"(1000,2500]"
data$RMklass[data$RM.I.kv>=2000&data$RM.I.kv<5000]<-"(2500,5000]"
data$RMklass[data$RM.I.kv>=5000]<-"(5000,inf)"
data$RMkoond=data$RMklass
data$RMkoond="Maksis ¼hel"
data$RMkoond[data$RM.I.kv>0&data$RM.IV.kv>0]="Maksis mõlemad"
data$RMkoond[data$RM.I.kv==0&data$RM.IV.kv==0]="Ei maksnud ¼ldse"
data$Maksudkoond=data$RMklass
data$Omakapital2=data$Omakapital
data$Omakapital2[data$Omakapital2>=0]="Omakapital positiivne"
data$Omakapital2[data$Omakapital2<0]="Omakapital negatiivne"
data$Omakapital2[is.na(data$Omakapital2)]= "Info puudub"
data$Puhaskäibekapital2=data$Puhaskäibekapital
data$Puhaskäibekapital2[data$Puhaskäibekapital<0]="Negatiivne"
data$Puhaskäibekapital2[data$Puhaskäibekapital>=0]="Positiivne"
data$Puhaskäibekapital2[is.na(data$Puhaskäibekapital)]= "Info puudub"

```

```

data$Kasum2=data$Kasum #
data$Kasum2[data$Kasum2>=0]="Positiivne"
data$Kasum2[data$Kasum2<0]="Negatiivne"
data$Kasum2[is.na(data$Kasum)]="Info puudub"
data$VU.arv2=data$VU.arv
data$VU.arv2[data$VU.arv2>=3]<-"3+"
data$VU.arv2[is.na(data$VU.arv2)]<-"Info puudub"
data$Eravõlad2=as.character(cut(data$Eravõlad, breaks=c(-Inf,0,5000,Inf),
    labels = c("0", "1 kuni 5000", "5001+"),ordered_result = TRUE))
data$Eravõlad2[is.na(data$Eravõlad2)]<-"Info puudub"
data$Roll[is.na(data$Roll)]= "Roll puudub"
data$Roll[data$Roll=="Füüsilisest isikust ettevõtja"]="FIE"
data$Roll[data$Roll=="Likvideerija/dokumentide hoidja/pankrotiga seotud isik"]="Likvideerija"
data$Roll[data$Roll=="Menetlusedokumentide kättesaamiseks pädev isik"]="Menetlusdok"
data$Roll[data$Roll=="Muud liiki esindaja, volitatud isik"]="Muu isik"
data$Roll[data$Roll=="Täisosanik/usaldusosanik"]="Osanik"

#Tunnuste esmaanalüüs
#Registri staatus
table(data$Maksejõuetu,data$Reg.Staatus)
prop.table((table(data$Reg.Staatus,data$Maksejõuetu)),1)
chisq.test(data$Maksejõuetu,data$Reg.Staatus) #Kontrollime sõltuvust. Seos olemas
#Õiguslik vorm
table(data$Vorm,data$Maksejõuetu)
#Tunnuse Vorm1 analüüs. Väärtused: äriühing, MTÜ ja sihtasutus
chisq.test(data$Vorm,data$Maksejõuetu) #Kontrollime sõltuvust. Seos olemas
prop.table(table(data$Vorm,data$Maksejõuetu),1)
table(data$Vorm2,data$Maksejõuetu)
#Tunnuse Vorm2 analüüs. Väärtused: Oü, SA, MTü, AS, TüH, Tü, Uü, Kü, FIL, EMü
chisq.test(data$Vorm2,data$Maksejõuetu) #Hii-ruut testiga sõltuvuse kontroll, seos olemas.
prop.table(table(data$Vorm2,data$Maksejõuetu),1)
#Ettevõtte vanus
table(data$Vanus,data$Maksejõuetu) #Sagedustabel
chisq.test(table(data$Vanus,data$Maksejõuetu)) #Kontrollisime sõltuvust, seos olemas
#VANUSE KUJUTAMINE JOONISENA, kuna väärtuseid rohkem
Vanustabel=prop.table(table(data$Vanus[data$Vanus<= 20],
    data$Maksejõuetu[data$Vanus<= 20]),1)
barplot(Vanustabel[,2], names.arg =as.character(rownames(Vanustabel)),
    xlab = "Vanus (aastates)", ylab = "Maksejõuetute osakaal",
    main = "Maksejõuetute osakaal ¼hingu vanuste lõikes", ylim = c(0,0.2))
#Esitamata aruanded
table(data$Maksejõuetu,data$Aruanded)
Aruandedjoonis=prop.table(table(data$Aruanded,data$Maksejõuetu),1)
#ARUANNETE KUJUTAMINE JOONISENA
barplot(Aruandedjoonis[,2], names.arg =as.character(rownames(Aruandedjoonis)),
    xlab = "Esitamata aruanded (aastates)", ylab = "Maksejõuetute osakaal",
    main = "Maksejõuetute osakaal esitamata aruannete lõikes", ylim = c(0,1))
table(data$Maksejõuetu, data$Aruanded2)
chisq.test(data$Maksejõuetu,data$Aruanded2)
#Maksuvõlg hetkel

```



```

table(data$MV.hetkel2,data$Maksejõuetu)
MVjoonis=prop.table(table(data$MV.hetkel2,data$Maksejõuetu),1)
rownames(MVjoonis)<-c("0","(0, 1 000]","(1 000,10 000]","(10 000,100 000]",
"(100 000,Inf)","Info puudub")
barplot(MVjoonis[,2], xlab = "Maksuvõlg eurodes hetkel", ylab = "Maksejõuetute osakaal",
main = "Maksejõuetute osakaal maksuvõla suuruse lõikes", ylim = c(0,1))
chisq.test(data$Maksejõuetu,data$MV.hetkel2) #Hii-ruut seos olemas 2e-16
#Maksuvõla vanus
table(data$Maksejõuetu,data$MV.vanus3)
MVjoonis2=prop.table(table(data$Maksejõuetu,data$MV.vanus3),2)
MVjoonis2
barplot(MVjoonis2[,2], xlab = "Maksuvõla vanus päevades", ylab = "Maksejõuetute osakaal",
main = "Maksejõuetute osakaal maksuvõla vanuse lõikes", ylim = c(0,1))
chisq.test(data$Maksejõuetu,data$MV.vanus3)
table(data$Maksejõuetu,data$MV.vanus3)
MVjoonis3=prop.table(table(data$Maksejõuetu,data$MV.vanus5),2)
MVjoonis3
barplot(MVjoonis3[,2], xlab = "Maksuvõla vanus päevades", ylab = "Maksejõuetute osakaal",
main = "Maksejõuetute osakaal maksuvõla vanuse lõikes", ylim = c(0,1))
chisq.test(data$Maksejõuetu,data$MV.vanus5)
table(data$MV.vanus5,data$Maksejõuetu)
#Tunnuse Maksuvõla esinemine kuue kuu jooksul analüüs
table(data$Maksejõuetu,data$MV.6.kuud)
MVjoonis4=prop.table(table(data$Maksejõuetu,data$MV.6.kuud),2)
MVjoonis4
barplot(MVjoonis4[,2], xlab = "Maksuvõla esinemine 6 kuu jooksul", ylim = c(0,1),
ylab = "Maksejõuetute osakaal",
main = "Maksejõuetute osakaal maksuvõla esinemise lõikes")
#Siin taaskord 0 puhul suurem kui 1-5 ja siis 6 kuu puhul max. Jagame MV.6.kuud klassidesse
data$MV.6.kuud4=data$MV.6.kuud
data$MV.6.kuud4[data$MV.6.kuud4>0&data$MV.6.kuud4<6]="1-5 korda"
data$MV.6.kuud4[data$MV.6.kuud4==0]="0 korda"
data$MV.6.kuud2[data$MV.6.kuud4==6]="6 korda"
data$MV.6.kuud4=as.character(data$MV.6.kuud2)
data$MV.6.kuud4[is.na(data$MV.6.kuud4)]= "Info puudus"
table(data$Maksejõuetu,data$MV.6.kuud4)
MVjoonis5=prop.table(table(data$Maksejõuetu,data$MV.6.kuud4),2)
MVjoonis5
barplot(MVjoonis5[,2], xlab = "Maksuvõla esinemine 6 kuu jooksul",
ylab = "Maksejõuetute osakaal",
main = "Maksejõuetute osakaal maksuvõla esinemise lõikes", ylim = c(0,1))
#Tööjõumaksud
table(data$Maksejõuetu,data$TJMklass)
prop.table(table(data$Maksejõuetu,data$TJMklass),2)
chisq.test(data$Maksejõuetu,data$TJMklass)
table(data$Maksejõuetu,data$TJMkoond)
prop.table(table(data$Maksejõuetu,data$TJMkoond),2)
chisq.test(data$Maksejõuetu,data$TJMkoond)
#Riiklikud maksud
table(data$Maksejõuetu,data$RMklass)

```

```

prop.table(table(data$Maksejõuetu,data$RMklass),2)
chisq.test(data$Maksejõuetu,data$RMklass)
Maksudjoonis1=prop.table(table(data$Maksejõuetu,data$RMklass),2)
barplot(Maksudjoonis1[2,], xlab = "Makstud riiklikud maksud(€)",
        ylab = "Maksejõuetute osakaal",
        main = "Maksejõuetute osakaal riiklike makstud maksude lõikes", ylim = c(0,1))
table(data$Maksejõuetu,data$RMkoond)
prop.table(table(data$Maksejõuetu,data$RMkoond),2)
chisq.test(data$Maksejõuetu,data$RMkoond)
#Omakapital, kasum, puhaskäibekapital
table(data$Omakapital2, data$Maksejõuetu)
prop.table(table(data$Omakapital2, data$Maksejõuetu),1)
table(data$Puhaskäibekapital2,data$Maksejõuetu)
table(data$Kasum2,data$Maksejõuetu)
#Eravõlad, võlausaldajate arv
VUjoonis=prop.table(table(data$Maksejõuetu,data$VU.arv2),2)
barplot(VUjoonis[2,], xlab = "Erasektori võlausaldajate arv", ylab = "Maksejõuetute osakaal",
        main = "Maksejõuetute osakaal võlausaldajate arvu lõikes", ylim = c(0,1))
chisq.test(data$Maksejõuetu,data$VU.arv2)
table(data$Maksejõuetu,data$Eravõlad2)
prop.table(table(data$Maksejõuetu,data$Eravõlad2),2)
#Juhatusel liikme skoor
data$Isikuskoor3=as.character(cut(data$Isikuskoor, breaks=c(-Inf,-1000,-100,-500,0,Inf)))
data$Isikuskoor3[is.na(data$Isikuskoor3)]<-"Info puudub"
table(data$Maksejõuetu,data$Isikuskoor3)
chisq.test(table(data$Isikuskoor3,data$Maksejõuetu))
Isikujoonis2=prop.table(table(data$Maksejõuetu,data$Isikuskoor3),2)
barplot(Isikujoonis2[2,], xlab = "Isiku maineskoor", ylab = "Maksejõuetute osakaal",
        main = "Maksejõuetute osakaal isiku maineskoori lõikes", ylim = c(0,1))
hist(data$Isikuskoor,main = "Tunnuse Isikuskoor jaotus",xlab="Juhatusel liikme maineskoor",
     ylab="Sagedus")
#Juhatusel liikme roll
table(data$Maksejõuetu,data$Roll)

#LOOME TEST JA TREENINGANDMESTIKU
set.seed(1)
indeks=(runif(228361)<0.75)
treening=data[indeks,]
test=data[!indeks,]
summary(test)
summary(treening)
#LOGIT MUDEL TREENINGANDMESTIK
Mudel1<- glm(Maksejõuetu ~Omakapital2+Puhaskäibekapital2+Kasum2+Roll+Reg.Staatus+
            Vorm2+VU.arv2+Aruanded2+RMkoond+Isikuskoor3+MV.vanus5+MV.hetkel2,
            family=binomial(link='logit'),data=treening) #logit
summary(Mudel1)
Mudel2=step(Mudel1)
pR2(Mudel1)
ROC(form=Maksejõuetu~Omakapital2+Puhaskäibekapital2+Kasum2+Roll+Reg.Staatus+

```

```

Vorm2          +VU.arv2+Aruanded2+RMkoond+Isikuskoor3+MV.vanus5+MV.hetkel2,
MI=FALSE, data=test)
test$tn=predict(Mudel1, newdata=test, "response")
ROC(test=test$tn,stat = test$Maksejõuetu)
table(test$Maksejõuetu,predict(Mudel1,newdata=test,type="response")>0.091)

hist(test$tn,main="Proгноositud maksejõuetuks muutumise tõenäosuste jaotus", ylab="Sagedus",
      xlab="tn=proгноositud maksejõuetus")
hist(test$tn[test$Maksejõuetu==1],main="Maksejõuetus=1 tõenäosuste jaotus", ylab="Sagedus",
      xlab="tn=proгноositud maksejõuetus")
hist(test$tn[test$Maksejõuetu==0],main="Maksejõuetus=0 tõenäosuste jaotus", ylab="Sagedus",
      xlab="tn=proгноositud maksejõuetus")

#NÄIDIS:ILVES-EXTRA
predict(Mudel1, newdata=treening, type="response")[treening$Regnr=="10051398"]
treening$tn3=predict(Mudel1, newdata=treening, type="response")>0.023
treening$tn3[treening$Regnr=="10051398"]

#NÄIDIS:OPEKS AR
test$tn3=predict(Mudel1, newdata=test, type="response")>0.045
predict(Mudel1, newdata=test, type="response")[test$Regnr=="10193046"]
test$tn3[test$Regnr=="10193046"]

#PUU treeningandmestikule
puu_mudel1 = rpart(factor(Maksejõuetu) ~Omakapital2+Puhaskäibekapital2+Kasum2+Roll+
      Reg.Staatus+Vorm2+VU.arv2+Aruanded2+RMkoond+Isikuskoor3+MV.vanus5+
      MV.hetkel2, data = treening)
puu_mudel1 #väljastab puu
plot(puu_mudel1,uniform=TRUE)
text(puu_mudel1, use.n = TRUE,xpd=NA)
summary(puu_mudel1)
printcp(puu_mudel1)

test$tn2=predict(puu_mudel1,newdata=test,type="prob")[,2] #VAATA
näidis=ROC(test=test$tn2,stat = test$Maksejõuetu)
ROC(test=test$tn, stat=test$Maksejõuetu, main="Logistilise regressioonmudeli ja otsustuspuu
ROC-kõvera võrdlus")
lines(1-näidis$res$spec,näidis$res$sens,col="red",lwd=2)

```

## **Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks**

Mina, Silver Rooger,

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) minu loodud teose „**Juriidilise isiku maksejõuetuse prognoosimine**“, mille juhendaja on Märt Möls, reprodutseerimiseks eesmärgiga seda säilitada, sealhulgas lisada digitaalarhiivi DSpace kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.
2. Annan Tartu Ülikoolile loa teha punktis 1 nimetatud teos üldsusele kättesaadavaks Tartu Ülikooli veebikeskkonna, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace kaudu Creative Commons'i litsentsiga CC BY NC ND 3.0, mis lubab autorile viidates teost reprodutseerida, levitada ja üldsusele suunata ning keelab luua tuletatud teost ja kasutada teost ärieesmärgil, kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.
3. Olen teadlik, et punktides 1 ja 2 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.
4. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei riku ma teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse õigusaktidest tulenevaid õigusi.

*Silver Rooger*

**18.05.2020**